MANUALUL INGINERULUI CHIMIST

*

EDITURA TEHNICĂ

Redactor: ING. EMILIA MURGU
Tehnoredactor: THEODOR IVAN
Coperta: ȘTEFAN PÂRÂU

Bun de tipar: 16.11.1972. Coli de tipar: 74,75. Planșe 1.
Tiraj: 7500+140+30 exemplare legate. C.Z. 54(031).

Tiparul executat sub comanda
nr. 1/1151 la
Intreprinderea Poligrafică,
„13 Decembrie 1918“,
str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97,
București,
Republica Socialistă România

MANUALUL INGINERULUI CHIMIST

Tabele de constante şi date fizico-chimice şi tehnice

Volumul I

EDITURA TEHNICĂ
BUCUREŞTI—1972

Coordonator: **DUMITRU SĂNDULESCU**, Dr. ing.

Autori:
Ana HANEŞ, inginer
Marianne KEUL, inginer
Eufrosina MIEROIU, inginer
Dumitru SĂNDULESCU, Dr. inginer
Monica ZAHARIA, inginer

Colaboratori:
Radu BULĂCEANU, Dr. ing.
Anatol JOLONCOVSCHI, ing.
Claudiu SFINŢESCU, Dr. ing.

PREFAŢĂ

Manualul Inginerului chimist, vol. I şi II, ediţia 1951, a fost alcătuit de prof. dr. ing. C. D. Neniţescu şi ing. Viorica Ioan, colaboratori ing. Pogany Iuliu, Dr. Vîntu Valeriu, ing. Pietraru Vintilă, ing. Săndulescu Dumitru şi cu concursul prof. Dr. Şerban Ţiţeica, prof. ing. Ştefan Mantea, ing. Alexandru Huch şi Dr. A. Totoescu.

Lucrarea a oferit tuturor specialiştilor în domeniul chimiei un material informativ variat şi o colecţie de date numerice, evitîndu-se consultarea tratatelor sau a literaturii originale, greu accesibile.

În toţi aceşti ani, de la apariţie şi pînă în prezent, Manualul Inginerului Chimist, ed. 1951, a fost utilizat pe scară întinsă în laboratoare, institute de cercetări şi de proiectare, în institute de învăţămînt şi a contribuit pe deplin la pregătirea profesională a inginerilor precum şi la realizarea planurilor de dezvoltare ale industriei chimice în special, dar şi ale industriilor corelate cum şi la realizarea planurilor de cercetare.

Această ediţie a fost epuizată de mult şi este uşor de înţeles necesitatea alcătuirii unei noi culegeri, mai complete, cu date la zi, greu de obţinut sau adunat din lucrări originale. Trebuie să remarcăm observaţia justă a Institutului American de petrol (API) care arată că o economie de 2 milioane de dolari pe an se poate obţine numai din cunoaşterea unor valori mai precise ale entalpiilor.

Prezenta lucrare conţine un ansamblu de date importante unei activităţi de zi de zi a cercetătorilor chimişti, fizico-chimişti şi fizicieni precum şi a inginerilor proiectanţi sau tehnologi din industria chimică, în plină dezvoltare în ţara noastră.

Datele conţinute în acest manual se referă la proprietăţile elementelor şi combinaţiilor anorganice şi organice, minerale, substanţe cu acţiune fiziologică, materiale şi substanţe cu diferite întrebuinţări în laborator, instalaţii de sticlă şi metalice, caracteristici limite şi optime de utilizare, indicaţii asupra măsurătorilor curente analitice şi fizico-chimice, tabele de etalonare şi verificare a unor instrumente de măsură, tabele de date termodinamice şi electrochimice, tabele generale de structură a combinaţiilor, tabele generale de calcul în determinările spectrochimice de emisie şi absorbţie atomică, spectrometrice IR, V, UV, RMN, RES, în determinările cu raze X, în determinările spectrometrice de masă şi în cromatografia de gaze.

Faţă de Manualul inginerului chimist ediţia 1951, s-a acordat importanţă mai mare datelor utilizate foarte des în calculele ingineriei chimice ca: tabele matematice şi statistice, fără a depăşi limita unui manual general pentru inginerul chimist, urmînd ca acesta să se adreseze la culegerile, anume întocmite, de tabele pentru funcţiile speciale şi pentru tabelele cu valori utilizate în calculele chimiei cuantice.

În acelaşi scop a fost introdus un capitol detaliat de sisteme şi unităţi de măsură cu tabele de transformare de unităţi, absolut necesar în calculele obişnuite de proiectare care se bazează în general pe unităţi străine precum şi tabele de grupuri adimensionale, necesare în identificarea fenomenului experimental prin teoremele analizei dimensionale şi la trecerea de la scara laborator la scara industrială.

O atenție deosebită a fost acordată datelor necesare conducerii operațiilor curente de laborator și, într-o oarecare măsură, s-au indicat posibilitățile de alegere a aparatelor de măsură sau chiar de operație, în diferite procese obișnuite: sortare granulometrică, filtrare, distilare, încălzire, răcire, vidare, uscare etc. Tabelele permit calculele corecte ale măsurătorilor obișnuite: temperatură, presiune, volume, densități și masă.

În atenția autorilor a stat în permanență grija de a indica cele mai noi date, în măsura cea mai completă posibilă volumului disponibil, precum și indicarea valorilor constantelor admise actualmente (1971). În același scop masele atomice și moleculare ale substanțelor tabelate au fost recalculate conform noilor convenții I.U.P.A.C.[1]*).*

În același scop, de introducere a celor mai noi date, au fost alcătuite tabelele cu caracteristicile efectului Mössbauer, secțiunile eficace pentru neutroni termici și secțiunile eficace de captură și fisiune, caracteristicile de difuziune neutronică a izotopilor, cele mai noi date în seriile radioactive naturale și artificiale, afinitățile de electron și electronegativitățile elementelor.

Caracteristicile substanțelor chimice se referă în noua lucrare la peste 11 000, față de 6 500 substanțe în vechea ediție.

Dezvoltarea deosebită a structurii nucleului și fizicii particulelor elementare a condus la necesitatea introducerii unor tabele rezumative a particulelor elementare conform celor mai noi teorii (1968), care permit o informare corectă a inginerului chimist în acest domeniu.

De asemenea, au fost introduse o serie de tabele cu date generale, geografice și astronomice care concretizează cunoștințele în acest domeniu în plină dezvoltare.

Față de vechiul manual, Manualul inginerului chimist conține numai o mică parte de tabele utilizate în analiza chimică, limitate numai la datele absolut necesare analizei chimice și, în special, limitate la lucrările curente dintr-un laborator de cercetare și analiză.

Datele complete în acest domeniu se pot găsi în cărțile de tabele de chimie analitică editate în ultimii ani (1955—1970) de Editura tehnică.

Trebuie să remarcăm că inginerii chimiști și, în general, specialiștii din domeniul chimiei și industriei chimice, trebuie să fie astăzi la curent cu cele mai noi date în toate ramurile științei. Dacă în ultimii 20—30 ani, inginerul chimist era pregătit numai în sensul unei bune cunoașteri a tehnologiei și a punerii în funcțiune a unei instalații, în viitorii 10—15 ani, inginerul chimist va trebui să aibă o bună pregătire de teoretician pentru a fi în ritm cu progresul industrial, chiar dacă rezultatul activității lui este evaluat prin efectul economic realizat.

Pornind de la această ideie, Manualul inginerului chimist prezintă nenumărate date teoretice, dar limitate la domeniile de interes general sau special ale industriei chimice și cercetării de perspectivă în chimie.

Manualul inginerului chimist este alcătuit prin consultarea unui mare număr de colecții moderne de constante și date științifice și tehnice.

Importanța unei culegeri de date, chiar sub forma concentrată ca Manualul inginerului chimist, este subliniată și prin publicațiile CODATA (The Commitee on Data for Science and Technology of the International Council of Scientific Unions) de exemplu în International Compendium of Numerical Data Projets, Springer Verlag, Berlin, 1969.

Autorii speră că și prezentul Manual al inginerului chimist va fi de același folos în activitatea tuturor specialiștilor din industrie și laboratoare ca și Manualul Inginerului chimist editat în 1951 și mulțumesc anticipat tuturor celor care prin sugestiile sau criticile lor, vor contribui la îmbunătățirea continuă a formei și conținutului.

Autorii doresc să mulțumească și pe această cale prof. M. Bogdan, prof. Em. Bratu și ing. A. Huch, pentru observațiile prețioase cu care au contribuit la alcătuirea acestui Manual.

Autorii

---

[1]). I.U.P.A.C. este prescurtarea Uniunii Internaționale de Chimie pură și aplicată.

TABELE DE CONSTANTE ŞI DATE FIZICO-CHIMICE ŞI TEHNICE

VOLUMUL I

1. Terminologie. Simboluri 11
2. Tabele matematice 31
3. Mărimi fizice şi fizico-chimice. Unităţi de măsură. Grupuri adimensionale. 189
4. Constante fizico-chimice şi date generale (geografice şi astronomice) 347
5. Date generale pentru laborator. 377
6. Elemente. Constante atomice şi nucleare. 557
7. Proprietăţile combinaţiilor anorganice. 729

Bibliografie 1193

VOLUMUL II

8. Proprietăţile combinaţiilor organice

Bibliografie

VOLUMUL III

9. Caracteristicile materialelor şi substanţelor tehnice
10. Soluţii. Densităţi. Solubilităţi
11. Date termodinamice
12. Constante şi date electrochimice
13. Constante şi date de cinetică chimică
14. Diverse proprietăţi fizico-chimice ale substanţelor
15. Metode fizico-chimice de analiză
16. Date de structură moleculară

Bibliografie

Indice alfabetic

1. TERMINOLOGIE. SIMBOLURI

Cuprins

1.1. Simboluri matematice 11
- 1.1.1. Aritmetică și algebră 12
- 1.1.2. Geometrie 13
- 1.1.3. Operatori matematici 14
- 1.1.4. Algebra lui Boole 15
- 1.1.5. Funcții trigonometrice 15
- 1.1.6. Calculul vectorial 16
- 1.1.7. Funcții de variabilă complexă. Calculul operațional 16

1.2. Alfabetul rus, grec și gotic 17

1.3. Simbolurile mărimilor fizice și chimice 18
- 1.3.1. Spațiu. Timp 18
- 1.3.2. Mecanică 18
- 1.3.3. Fizica moleculară 20
- 1.3.4. Termodinamică 20
- 1.3.5. Electricitate și magnetism 21
- 1.3.6. Radiație. Lumină. Fotometrie 22
- 1.3.7. Acustică 23
- 1.3.8. Fizica atomică și nucleară 24
- 1.3.9. Mărimi radiometrice. Dozimetrie 26
- 1.3.10. Chimie. Chimie fizică 27

1.4. Simbolurile unităților de măsură obișnuite 28

1. TERMINOLOGIE. SIMBOLURI

O condiție importantă a posibilităților de comunicare a datelor științifice este constituită din uniformizarea terminologiei, simbolurilor și unităților utilizate pentru diferitele mărimi fizice, chimice și fizico-chimice ca și pentru operațiile matematice. Indicațiile prezentate în acest capitol se bazează pe recomandările unor comisii internaționale, ca:

— International Union of Pure and Applied Chemistry (I.U.P.A.C.).
— International Union of Pure and Applied Physics (I.U.P.A.P.).
— International Organization for standardization-Technical comitee 12.
— General Conference on Weights and Measures.
— International Electrotechnical Commission, Technical Comitee 24, 25.
— International Commission on Illumination.

1.1. SIMBOLURI MATEMATICE

În continuare sînt indicate simbolurile cele mai importante pentru operațiile matematice cele mai obișnuite în prezent în chimie, chimie fizică și inginerie chimică.

Cele mai simple operații în matematică se simbolizează în modul următor:

a) adunarea și scăderea: $a + b$ și $a - b$.

b) înmulțirea: ab; $a \cdot b$; $a \times b$ (în cazul vectorilor, v. indicațiile tabelului 1.1.6).

c) împărțirea: $\frac{a}{b}$; a/b; ab^{-1}; $a\left(\frac{1}{b}\right)$.

Operațiile matematice mai complicate vor fi simbolizate în conformitate cu următoarele exemple:

$$\frac{a}{bcd} \text{ sau } a/bcd$$

$$\frac{2}{9}\sin kx,\ \frac{1}{2}kT \text{ sau } (2/9)\sin kx,\ (1/2)\,kT$$

$$\frac{a}{b} - c \text{ sau } a/b - c$$

$$\frac{a}{b-c} \text{ sau } a/(b-c)$$

$$\sqrt{\frac{\varepsilon}{c^2}} \text{ sau } \sqrt{(\varepsilon/c^2)}.$$

Argumentele funcţiilor transcedente vor fi scrise între acolade, ca de exemplu:

$$\sin\{2\pi(x - x_0)/\delta\};\ \exp\{(r - r_0)/d\}.$$

1.1.1. Aritmetică şi algebră

Simbolul	Semnificaţia
$=$	egal cu
$\equiv$	identic cu
$\not=$, $\neq$	diferit de
$\hat{=}$	corespunde la
$\approx$	aproximativ egal cu
$\sim$, $\propto$	proporţional cu
$\rightarrow$	tinde către
$>$	mai mare decît
$<$	mai mic decît
$\gg$	foarte mare faţă de
$\ll$	foarte mic faţă de
$\geqslant$, $\geqq$, $\geq$	mai mare sau egal
$\leqslant$, $\leqq$, $\leq$	mai mic sau egal
$+$	plus
$-$	minus
$\pm$	plus sau minus
$\cdot$, $\times$	înmulţit
a^n	a ridicat la puterea n
$\|a\|$	valoarea absolută a lui a
$\sqrt{a}$; $\sqrt{(a)}$; $a^{\frac{1}{2}}$	rădăcina patrată din a
$\sqrt[n]{a}$; sau $a^{\frac{1}{n}}$	rădăcina a n-a din a
$\bar{a}$, $\langle a \rangle$	valoarea medie a lui a
$a!$	a factorial (factorial de a)
P_n	numărul de permutări
$\frac{n!}{p!\,(n-p)!}$, $\binom{n}{p}$, $\left(C_p^n\right)$	coeficientul binomial (numărul de combinări)
A_p^n	numărul de aranjamente
$\begin{vmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} = \|a_{ik}\|$ $i, k = 1, 2, \dots n$	determinant de (ordinul n)

Simbolul	Semnificația
$\left\Vert \begin{matrix} a_{11} & \cdots & a_{1q} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{p1} & \cdots & a_{pq} \end{matrix} \right\Vert = \Vert a_{ik} \Vert \quad \begin{pmatrix} i=1, 2 \ldots p \\ k=1, 2 \ldots q \end{pmatrix}$ (sau cu linii curbe)	matrice (cu p linii și q coloane)
$\overline{a}_{ik} = a_{ki}$; $(\overline{a})$	transpusa matricei a
$(a^*)_{ik} = (a_{ik})^*$; (a^*)	conjugata complexă a matricei
$(a^+_{ik}) = a^*_{ki}$; (a^+)	matricea asociată
δ_{ik}	simbolul lui Kronecker
∞	infinit
— — —	etcetera; pînă la
( )	paranteză
[ ]	paranteză dreaptă
{ }	acoladă
%	la sută (procente)
$^0/_{00}$	la mie

1.1.2. Geometrie

Simbolul	Semnificația
$A, B, \ldots$	puncte geometrice
$\overset{\frown}{AB}$, arc AB	arc AB
$\sphericalangle ABC$, $\widehat{B}$, $\widehat{ABC}$	unghi cu vîrful în B
$\triangle ABC$	triunghi
$\parallel$	paralel cu
⋕	paralel și egal cu
$\perp$	perpendicular pe
$\sim$	asemenea cu
$\simeq$	echivalent cu
$\cong$	congruent cu
$\uparrow\uparrow$	paralel și de același sens
$\uparrow\downarrow$	paralel și de sens opus

1.1.3. Operatori matematici

Simbolul	Semnificația
$\exp x$, e^x	exponențiala lui x (e la x)
e	baza logaritmilor naturali
$\lg_a x$	logaritmul lui x în baza a
$\ln x$	logaritmul natural al lui x
$\lg x$, $\log x$	logaritmul zecimal al lui x
colg	cologaritm
antilg	antilogaritm
$\sum_{i=1}^{n}$	suma (de la i la n)
$\prod_{i=1}^{n}$	produs (de la i la n)
$\Delta x = x_2 - x_1$	creșterea finită a lui x (diferența finită)
δx	variația infinit mică a lui x
$\mathrm{d}x$	diferențiala lui x (diferențiala totală)
$\frac{D(f, g, h, \ldots)}{D(x, y, z, \ldots)}$	determinant funcțional
$\mathrm{f}(x)$	funcție de x
$\lim \mathrm{f}(x)$	limita lui $\mathrm{f}(x)$
$\int$	integrală (nedefinită)
$\int_a^b$	integrală de la a la b
$\int_M$	integrala pe mulțimea M
$\int_C$ sau $\oint$	integrală curbilinie pe C (integrală pe o curbă închisă)
$\iint_S$	integrală dublă pe domeniul S
$\iiint_V$	integrală triplă pe domeniul V
$\underbrace{\iint \cdots \int_D}_{n}$	integrală multiplă de ordinul n pe domeniul D

1.1.4. Algebra lui Boole

Simbolul	Semnificaţia
$\in$	aparţine lui
$\notin$	nu aparţine lui
$\subset$	strict inclus în
$\supset$	include pe
$\cup$	reunit cu
$\cap$	intersectat cu
$\emptyset$	ansamblul vid
CX	ansamblu complimentar al lui (complementul lui)

1.1.5. Funcţii trigonometrice

Simbolul	Semnificaţia
sin	sinus
cos	cosinus
tg	tangent
cotg	cotangent
sec	secant
cosec	cosecant
arcsin ($\sin^{-1}$)	arcsinus
arccos ($\cos^{-1}$)	arccosinus
arctg (tg^{-1})	arctangent
arccotg (cotg^{-1})	arccotangent
sh	sinus hiperbolic
ch	cosinus hiperbolic
th	tangentă hiperbolică
coth	cotangentă hiperbolică
argsh (arsh)	argument sinus hiperbolic
argch	argument cosinus hiperbolic
argth	argument tangent hiperbolic
argcoth	argument cotangent hiperbolic
gd	gudermannian

1.1.6. Calculul vectorial

Simbolul	Semnificaţia
$\bar{A}$ $(\vec{A})$	vectorul A
$\lvert A \rvert$, A	valoarea absolută (modulul)
$\mathrm{Pr}_{\Delta} \bar{A}$	proiecţia vectorului A pe axa Δ
vers $\bar{A}$	versorul vectorului A (vectorul unitar)
vers Δ	versorul axei Δ
$\bar{r}\,(x, y, z)$	vectorul de poziţie al unui punct
$\bar{A}_1 + \bar{A}_2 + \dots \bar{A}_n$	suma unui număr de n vectori
$m\bar{A}$	produsul unui scalar cu un vector
$\bar{A} \cdot \bar{B}$	produsul scalar a doi vectori
$\bar{A} \times \bar{B}$	produsul vectorial a doi vectori
$\dot{\bar{A}}$, $\ddot{\bar{A}}$	derivata întîia respectiv a doua în raport cu timpul t
grad φ $(= \nabla\varphi)$	gradientul lui φ (φ scalar)
$\nabla \left(= \frac{\partial}{\partial r}\right)$ sau $\bar{i}\,\frac{\partial}{\partial x} + \bar{j}\,\frac{\partial}{\partial y} + \bar{k}\,\frac{\partial}{\partial z}$	nabla (operatorul vectorial diferenţial) (Hamilton)
div A $(= \nabla \cdot \bar{A})$	divergenţa vectorului A
rot $\bar{A}$ $(= \nabla \times \bar{A})$ (tourb $\bar{A}$, curl $\bar{A}$)	rotorul vectorului A
$M_0\,\bar{A}$	momentul vectorului A în raport cu punctul O
$M_{\Delta}\bar{A}$	momentul vectorului A în raport cu axa Δ
$\bar{R}\,(\Sigma\bar{A})$	vector rezultant
$T_0\,(\bar{A})$	torsorul în O al sistemului de vectori $(\bar{A})$
$\Delta\varphi$, $\nabla^2\varphi$, (div-grad)	laplacianul funcţiei φ
$\Box\varphi$	dalembertian φ

1.1.7. Funcţii de variabilă complexă. Calculul operaţional

Simbolul	Semnificaţia
i, j	unitatea imaginară $(i^2 = -1)$
Rez, z'	partea reală a lui z
Imz, z''	partea imaginară a lui z
$\lvert z \rvert$	modulul lui z
arg z, φ	argumentul lui z
z^*	conjugata complexă a lui z

Simbolul	Semnificația
$F_{(p)} = \mathfrak{L}[f(t)] = \int_0^{\infty} e^{-pt} f(t)\, dt$ $F_{(p)} \subset f(t); \; f(t) \supset F(p)$	transformata Laplace a lui f (t) (imaginea lui f (t) t este o variabilă reală, f (t) este o funcție reală de t, f $(t) = 0$ $(t < 0)$; $F(p)$ o funcție de $p = x + iy$, iar $f(t) = \dfrac{1}{2\pi i}\int_{a-i\infty}^{a+i\infty} e^{pt} F(p)\, dp$ (transformata inversă, original, transformata Mellin-Fourier)

1.2 ALFABETUL RUS, GREC ŞI GOTIC

Alfabetul rus de tipar			Alfabetul grec (vechi) de tipar			Alfabetul gotic de tipar		
А	а	a	Α	α	alfa	𝔄	𝔞	a
Б	б	be	Β	β	beta	𝔅	𝔟	be
В	в	ve	Γ	γ	gamma	ℭ	𝔠	țe
Г	г	ghe	Δ	δ	delta	𝔇	𝔡	de
Д	д	de	Ε	ε	epsilon	𝔈	𝔢	e
Е	е	e	Ζ	ζ	dzeta	𝔉	𝔣	ef
Ё	ё	io	Η	η	eta	𝔊	𝔤	ghe
Ж	ж	je	Θ	θ	theta	ℌ	𝔥	haş
З	з	ze	Ι	ι	iota	ℑ	𝔦	i
И	и	i	Κ	ϰ	kapa	𝔍	𝔧	iot
Й	й	i	Λ	λ	lamda	𝔎	𝔨	ka
К	к	ka	Μ	μ	miu	𝔏	𝔩	l
Л	л	el	Ν	ν	niu	𝔐	𝔪	em
М	м	em	Ξ	ξ	xi	𝔑	𝔫	en
Н	н	en	Ο	ο	omicron	𝔒	𝔬	o
О	о	o	Π	π	pi	𝔓	𝔭	pe
П	п	pe	Ρ	ρ	ro	𝔔	𝔮	chiu
Р	р	er	Σ	σ,	sigma	ℜ	𝔯	er
С	с	es	Τ	τ	tau	𝔖	ſ, 𝔰	es
Т	т	te	Υ	υ	ipsilon	𝔗	𝔱	te
У	у	u	Φ	φ	fi	𝔘	𝔲	u
Ф	ф	ef	Χ	χ	hi	𝔙	𝔳	fau
Х	х	ha	Ψ	ψ	psi	𝔚	𝔴	ve
Ц	ц	țe	Ω	ω	omega	𝔛	𝔵	ics
Ч	ч	ce, ci				𝔜	𝔶	ipsilon
Ш	ш	şa				ℨ	𝔷	țet
Щ	щ	şcia						
Ь	ь	semn moale						
Ы	ы	î						
Ъ	ъ	semn tare						
Э	э	e						
Ю	ю	iu						
Я	я	ia						

1.3. SIMBOLURILE MĂRIMILOR FIZICE ŞI CHIMICE

O mărime fizică sau chimică, reprezentată printr-un simbol, corespunde şi la produsul dintre valoarea numerică şi unitatea de măsură. În general simbolul corespunde unei singure litere a alfabetului latin, grec sau gotic, cu indici superiori sau inferiori. Numai unele mărimi adimensionale au un simbol compus din două litere (v. cap. 3). Simbolurile mărimilor şi a unităţilor (v. tabelul 1.4) se scriu fără punct după ele, în afară de cazul cînd se găsesc la sfîrşit de frază.

1.3.1. Spaţiu. Timp

Mărimea	Simbolul (ecuaţia de definiţie)
Lungime	l
Înălţime	h
Diametru	$d = 2r$
Rază	r
Drum parcurs	$L = s = \int \mathrm{d}s$
Suprafaţă (arie)	$A,\ s$
Volum (capacitate)	$V,\ v$
Unghi plan	$\alpha,\ \varphi,\ \beta,\ \gamma,\ \theta\ \vartheta$
Unghi solid	$\omega,\ \Omega$
Lungime de undă	λ
Număr de undă	$\tilde{\nu} = \sigma = 1/\lambda$
Număr de undă circular	$k = 2\pi/\lambda$
Timp	t
Perioadă	T
Timp de înjumătăţire	$T_1/_2,\ \tau$
Perioadă de relaxare	τ
Frecvenţă	$\nu = 1/T,\ f$
Turaţie (număr de rotaţii în unitate de timp)	n
Frecvenţă unghiulară	$\omega = 2\pi\nu$
Viteză	$v = \mathrm{d}s/\mathrm{d}t$
Viteză unghiulară	$\Omega = \omega = \mathrm{d}\varphi/\mathrm{d}t$
Viteza luminii în vid	c
Acceleraţie	$a = \mathrm{d}v/\mathrm{d}t$
Acceleraţie unghiulară	$\alpha = \mathrm{d}\omega/\mathrm{d}t$
Acceleraţie terestră	g

1.3.2. Mecanică

Mărimea	Simbolul
Viteză relativă	$\beta = v/c$
Masă	m
Densitate	$\rho = m/V$
Greutate specifică (ponderitate)	$\gamma = G/V$
Densitate relativă	d

1.3.2. (continuare)

Mărimea	Simbolul
Masă redusă	μ
Impuls, cantitate de mişcare	$H = p = mv$
Moment de inerţie	$J,\ I = \int r^2\, dm$
Forţă	$F,\ f$
Greutate	$G,\ W$
Momentul forţei	M
Presiune	$p,\ P$
Tensiune normală	σ
Tensiune tangenţială (forfecare)	τ
Constanta gravitaţiei	$G = \dfrac{F(r)\, r^2}{m_1 m_2}$
Fluiditate	$\varphi = 1/\eta$
Viscozitate (dinamică) (coeficient de)	η
Viscozitate cinematica	$\nu = \eta/\rho$
Coeficient de frecare	$f,\ \mu$
Tensiune superficială	$\gamma,\ \sigma$
Energie	$E,\ U,\ W$
Energie potenţială	$V,\ E_p$
Energie cinetică	$T,\ E$
Lucru mecanic	$L,\ W,\ A$
Putere	$P = \dfrac{W}{t}$
Eficienţă, randament	η
Funcţie Hamilton	H
Funcţie Lagrange	L
Energie specifică	$W_s = \dfrac{W}{m}$
Densitate de energie	$w = W/V$
Coeficient de alungire	$\varepsilon,\ \alpha = \Delta l/l$
Modul de întindere (Young) (elasticitate longitudinală)	$E = \sigma l/\Delta l$
Modul de alunecare (rigiditate, elasticitate transversală)	$G = \tau/\text{tg}\ \gamma$
Compresibilitate izotermă	$k = -\dfrac{1}{V}\left(\dfrac{\partial V}{\partial p}\right)_T$
Modul de elasticitate (comprimare uniformă)	$K = \dfrac{1}{k}$
Coeficientul lui Poisson [1]	σ

---

[1] Coeficientului Poisson este raportul între contracţia relativă transversală şi alungirea relativă longitudinală.

Pentru un material omogen izotrop:

$$G = \frac{E}{2(1+\sigma)};\ \sigma = \frac{E}{2G} - 1;\ K = \frac{E}{3(1-2\sigma)}$$

Concordanţa între valorile G şi σ, calculate şi observate, dă indicaţii asupra izotropiei.

1.3.3. Fizica moleculară

Mărimea	Simbolul
Număr de molecule	N
Densitate moleculară	$n,\ \nu = N/V$
Numărul lui Avogadro	$N\ (N_0,\ N_A)$
Masa unei particule	m
Viteza moleculară cu componente	$c\ (c_x,\ c_y,\ c_z);\ c\ (u,\ v,\ w)$
Vectorul de poziție al moleculei cu componente	$r\ (X,\ Y,\ Z)$
Cantitatea de mișcare a moleculei cu componente	$P\ (p_x,\ p_y,\ p_z)$
Viteza medie	$\bar{c},\ \bar{u},\ \bar{v},\ \bar{w}$
Viteza probabilă	$\hat{c},\ \hat{u},\ \alpha$
Drumul liber mijlociu	$\bar{l},\ \lambda$
Energie de atracție moleculară	ε
Energie de interacțiune între molecule i și j	$\Phi_{ij},\ V_{ij}$
Funcție de distribuție a vitezelor	$f(c) = \int f\ \mathrm{d}u\ \mathrm{d}v\ \mathrm{d}w$
Coordonate generalizate	q
Moment generalizat	p
Volum în spațiul fazelor	Ω
Constanta Boltzmann	$k = \dfrac{R}{N}$
$1/kT$ în funcția exponențială	$\beta = 1/kT$
Constanta generală a gazului perfect	R
Funcție de repartiție (distribuții), suma stărilor (sistem)	$Z,\ Q$
Coeficient de difuziune	D
Coeficient de difuziune termică	D_T
Raport de difuziune termică	k_T
Factor de difuziune termică	α_T
Temperatură caracteristică	θ
Temperatură Debye	$\theta_D = h\nu_D/k$
Temperatură Einstein	$\theta_E = h\nu_E/k$
Temperatură de rotație	$\theta_r = h^2/8\pi^2 Ik$
Temperatură de vibrație	$\theta_v = h\nu/k$

1.3.4. Termodinamică

Mărimea	Simbolul
Cantitatea de căldură	Q
Temperatură	$t\ (\vartheta;\ \theta)$
Temperatură termodinamică	T
Lucru mecanic	W
Entropie	S
Energie internă	$U\ (E)$

1.3.4 (continuare)

Mărimea	Simbolul
Entalpie	$H = U + pV$
Energie liberă	$F = U - TS$
Entalpie liberă	$G = H - TS$
Coeficient de dilatare liniară	α
Coeficient de dilatare cubică	α (β, γ)
Conductivitate termică	λ
Gradient de temperatură	$\mathrm{grad}\ T = \frac{\Delta T}{\Delta l}$
Flux termic	$\Phi_t = \frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}t}$
Coeficient de transfer caloric	$\alpha = \frac{Q}{\Delta\theta}$
Capacitate calorică molară (la presiune, respectiv volum constant)	C_p, C_v
Căldura specifică (la presiune, respectiv volum constant) (capacitate calorică)	c_p, c_v
Coeficient Joule-Thomson	μ, $\mu_{J.T.}$
Difuzivitate termică	$\alpha = \lambda / \rho . c_p$
Raportul căldurilor specifice	γ, $\varkappa$

1.3.5. Electricitate și magnetism

Mărimea	Simbolul
Cantitate de electricitate	$Q = It$
Cantitate de electricitate statică	e, Q
Densitate electrică	$\rho = Q / V$
Densitate electrică superficială	$\sigma = Q / S$
Forță electromotoare	E
Potențial electric	V, Φ
Diferență de potențial	U
Cîmp electric	$E = - \mathrm{grad}\ \Phi$
Deplasare electrică	D
Capacitanță (capacitate electrică)	C
Permitivitate	$\varepsilon = \frac{D}{E}$
Permitivitatea vidului	ε_0
Permitivitate relativă	$\varepsilon_r = \varepsilon / \varepsilon_0$
Unghi de pierdere	δ
Polarizare dielectrică	P ($D = \varepsilon_0 E + P$)
Susceptibilitatea electrică	χ_e
Polarizabilitate	α, γ
Moment electric de dipol	μ, m, p
Intensitatea curentului electric	I

1.3.5 (continuare)

Mărimea	Simbolul
Densitate de curent electric	J
Putere electrică (activă)	$P = U_{ef.} \cdot I_{ef.} \cos \varphi$
Putere reactivă	$P_r = U_{ef.} \cdot I_{ef.} \sin \varphi$
Putere aparentă	$P_a = U_{ef.} \cdot I_{ef}$
Factor de putere	$\cos \varphi$
Rezistență electrică	R
Rezistivitate, rezistență specifică	ρ
Conductivitate, conductibilitate specifică	$\gamma, \sigma = 1/\rho$
Cîmp magnetic	$H = \frac{I}{2l}$
Inducție magnetică	$B = \Phi/A$
Flux magnetic	Φ
Permeabilitate magnetică	$\mu = B/H$
Permeabilitatea vidului	μ_0
Permeabilitate relativă	$\mu_r = \mu/\mu_0$
Magnetizare	$M;\ B = \mu_0 (H + M)$
Susceptibilitatea (de masă) specifică magnetică	$\varkappa_m, \varkappa$
Susceptibilitate de volum	χ
Moment electromagnetic	μ, m, M_m
Polarizare magnetică	$J;\ B = \mu_0 H + J$
Dipolmoment magnetic	j
Forță magnetomotoare	$F = n\, I$
Flux de inducție magnetică	$\Phi \left(E = - \frac{d\Phi}{dt}\right)$
Reactanță	X
Impedanță (complex)	$Z = R + i\, X$
Admitanță (complex)	$Y = \frac{1}{z} = G + iB$
Conductanță	G
Susceptanță	B
Inductanță (proprie)	$L = \Phi/I$
Inductanță mutuală	M, L_{ik}
Număr de faze	m
Vector Poynting	S

1.3.6. Radiație. Lumină. Fotometrie

Mărimea	Simbolul
Flux luminos	$\Phi\ (\Phi_v) = I d\Omega$
Intensitate de radiație	$I\ (I_\nu)\ (I_\lambda)$
Iluminare	$E\ (E_v) = \int \frac{d\Phi}{dA} dA$

1.3.6 (continuare)

Mărimea	Simbolul
Luminanță	$L\ (L_v) = \dfrac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}A}$
Cantitate de lumină	$Q = \int_0^t \Phi\ \mathrm{d}t$
Emitanță	$R\ (M) = \dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}A}$
Cantitate de iluminare	$H = \int_0^t E\mathrm{d}t$
Energie radiantă	$Q,\ W,\ Q_e$
Absorbanță	$A,\ \alpha\ (\lambda)$
Coeficient de absorbție (absorbtivitate)	$a\ (\lambda),\ \varepsilon$
Reflectanță (coeficient de)	$\rho\ (\lambda)$
Transmitanță (coeficient de)	$\tau\ (\lambda)$
Coeficient de atenuare liniară	$\mu\ (\lambda)$
Coeficient liniar de absorbție	$a\ (\lambda)$
Indice de refracție ($x = \lambda;\ y = t$)	n_x^y
Refracție molară	$R_M,\ (R.M.)$
Constanta Stefan-Boltzmann	$\sigma = T^4 / R$
Eficiența iluminării	$K = \Phi_v / \Phi_e$ 1)
Randament de iluminare	$V = K / K_{max}$
Unghi de rotație optică	α
Rotație specifică ($x = \lambda$)	$[\alpha]_x$
Rotație magnetică specifică	ω

1.3.7. Acustică

Mărimea	Simbolul
Viteză de flux sonor	$V = cA$
Viteza sunetului	$c\ (u)$
Energie acustică	(W)
Flux de energie sonoră	$\theta = P = W/t$
Densitate acustică	$E = W/V$
Factor de reflexie	ρ
Factor de absorbție acustică	$\alpha = 1 - \rho$
Factor de transmisie	τ
Factor de disipație	$\delta = \alpha - \tau$
Putere acustică	P
Presiune acustică	p

---

1) Indicele v se referă la domeniul vizibil al radiației și indicele e se referă la întregul domeniu spectral.

1.3.7 (continuare)

Mărimea	Simbolul
Intensitate acustică	$I = \frac{\theta}{A}$
Impedanță acustică	$Z_a (Z)$ 1) $= p/V$
Impedanță acustică specifică	$Z_s (W) = p/c$
Impedanță mecanică	$Z_m (\omega)$
Nivelul zgomotului	L
Timp de reverberație	T

1.3.8. Fizica atomică și nucleară

Mărimea	Simbolul
Număr atomic, număr de protoni din nucleu	Z
Număr de masă	A
Număr de neutroni	$N = A - Z$
Sarcină elementară	e
Masa electronului (de repaus)	m, m_e
Masa unei particule x în general	m_x
Masa unui atom X	$m_a, m(X)$
Masa atomică în scara unificată	$m_u = m_a (^{12}C/12)$
Moment magnetic al unei particule x	μ_x
Magnetonul Bohr	μ_B
Constanta Planck	$h, \hbar = \frac{h}{2\pi}$
Număr cuantic principal	n
Număr cuantic secundar	l, L
Număr cuantic de spin	s, S
Număr cuantic magnetic	m, M
Număr cuantic de spin nuclear	I
Număr cuantic de structură hiperfină	F
Număr cuantic de rotație	J, K
Număr cuantic de vibrație	v
Moment de quadrupol	Q
Constanta Rydberg	R_∞
Raza Bohr	$a_0 = 4\pi\varepsilon_0 \hbar^2/(m_e e^2)$
Constanta de structură fină	$\alpha = e^2/4\pi\varepsilon_0 \hbar c$
Exces de masă	$\Delta = m_a - A m_u$
Defect de masă	B
Fracție de îngrămădire	$\Delta / A m_u$
Rază nucleară	$R = R_0 A^{1/3}$
Magneton nuclear	μ_N
Factorul g nuclear	$g = \mu / I \mu_N$
Raport giromagnetic	$\gamma = \mu / I \hbar$
Frecvență Larmor	ω_L

---

1) Indicele a se referă la domeniul acustic

1.3.8 (continuare)

Mărimea	Simbolul
Lățimea nivelului	Γ
Viața medie	τ
Energia reacției nucleare	Q
Secțiune eficace	σ
Parametru de ciocnire	b
Unghi de difuziune	ϑ, θ, φ
Densitatea fluxului de particule α	φ
Coeficient de conversie internă	α
Constantă de dezintegrare	λ
Lungime de undă Compton	$\lambda_c = h/mc$
Coeficient de atenuare liniar	μ, μ_e
Coeficient de atenuare atomic	μ_a
Coeficient de atenuare de masă	μ_m
Coeficient de recombinare	α
Număr de neutroni apărut în reacții nucleare	ν, n
Neutron	n
Triton	t
Leptoni	e (electron) ν (neutrino) μ (muon)
Mezoni	π (pion) K, η
Barioni	Λ, Σ, Ξ, Ω
Proton	p
Particula α	α
Deuteron	d
Foton	γ
Antiparticula x	$\bar{x}$

Observații: 1. *Simbolizarea reacțiilor nucleare*

Nuclid inițial (particulă incidentă, particulă rezultată) nuclid final

de exemplu: $^{14}\mathrm{N}(\alpha, p)\,^{17}\mathrm{O}$.

2. *Simboluri utilizate în spectroscopia atomică*

a) XI spectru de arc (atom neutru) al atomului X.

XII spectru de scînteie (atom X monoionizat).

XIII, ... spectru de scînteie al atomilor X biionizați etc.

b) Simbolurile următoare reprezintă stările cuantice:

$L,\ l = 0:\ S,\ s$
$= 1:\ P,\ p$
$= 2:\ D,\ d$
$= 3:\ F,\ f$

$L,\ l = 4:\ G,\ g$
$= 5:\ H,\ h$
$= 6:\ I,\ i$
$= 7:\ K,\ k$

$L,\ l = 8:\ L,\ l$
$= 9:\ M,\ m$
$= 10:\ N,\ n$
$= 11:\ O,\ o$

Indicele din stînga sus reprezintă multiplicitatea (de spin) $2S + 1$, iar indicele de jos dreapta reprezintă numărul cuantic total, J sau j. De exemplu: starea $^2P_{3/2}$ ($J = 3/2$, multiplicitatea 2) electronul $p_{3/2}$ ($j = 3/2$).

c) Configurația electronică se reprezintă prin formula $(nl)^k (n'l')^{k'} \ldots$ Pentru $l = 0$, 1, 2, 3, ... se folosesc simbolurile s, p, d, f.

De exemplu: litiul este reprezentat prin $(1s)^2\ 2s$.

3. *Simboluri utilizate în spectroscopia moleculară*

a) Stările cuantice moleculare sînt reprezentate prin simbolurile:

$$\left.\begin{array}{r} \Lambda,\ \lambda = 0\colon\ \Sigma,\ \sigma \\ 1\colon\ \Pi,\ \pi \\ 2\colon\ \Delta,\ \vartheta \end{array}\right\}\ \text{pentru molecule liniare}$$

şi respectiv prin: A, a; B, b; E, e etc. pentru molecule neliniare.

Indicele din stînga sus corespunde la multiplicitatea de spin. Pentru moleculele cu centru de simetrie simbolul g sau u, dreapta jos, reprezintă comportarea simetrică sau antisimetrică la inversie. Indicele $+$ sau $-$, dreapta sus, reprezintă simetria de reflecție față de un plan care trece prin axa de simetrie.

De exemplu: Σ_g^+, Π_u, ${}^2\Sigma$ etc.

b) Tranzițiile spectroscopice sînt simbolizate prin stările finale (′) şi inițiale (″) corespunzătoare nivelelor superioare şi inferioare, de exemplu: $h\nu = E' - E''$;

${}^2P_{1/2} - {}^2S_{1/2}$	tranziție electronică
$(J', k') - (J'', k'')$	tranziție de rotație
$v' - v''$	tranziție de vibrație.

Absorbția sau emisia sînt simbolizate prin săgeți.

De exemplu: ${}^2P_{1/2} \rightarrow {}^2S_{1/2}$ emisie
$(J', k') \leftarrow (J'', k'')$ absorbție.

Diferența între numerele cuantice este dată de simbolul Δ.

De exemplu: $\Delta J = J' - J''$

c) În cazul benzilor de rotație se folosesc următoarele simboluri:

$$\begin{array}{rl} \Delta J = J' - J'' & = -2 \text{ banda } O \\ & = -1 \text{ banda } P \\ & = -0 \text{ banda } Q \\ & = +1 \text{ banda } R \\ & = +2 \text{ banda } S. \end{array}$$

1.3.9. Mărimi radiometrice. Dozimetrie

Mărimea	Simbolul
Energie transmisă (doză absorbită integral)	E_D
Doza absorbită	$D = \dfrac{\mathrm{d}E_D}{\mathrm{d}m}$
Debitul dozei absorbite	$d = \dfrac{\mathrm{d}D}{\mathrm{d}t}$

Mărimea	Simbolul
Expunere (doză de ionizare)	$X = \frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}m}$
Debitul expunerii	$x = \frac{\mathrm{d}X}{\mathrm{d}t}$
Activitate	$A = \frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}t}$
Echivalentul dozei	D

1.3.10. Chimie. Chimie fizică

Mărimea	Simbolul
Cantitate de substanţă, număr de moli	n, ν
Coeficient stoechiometric	ν
Masă moleculară	M
Molaritate (mol/ l)	c (M)
Molalitate (mol/ kg dizolvant)	m
Fracţie molară	x, y
Normalitate	N, n
Concentraţie exprimată în masa corespunzătoare formulei moleculare (în g/l)	F
Grad de avansare al reacţiei	ξ (λ)
Potenţial chimic	μ
Activitate	λ
Activitate relativă	a
Coeficient de activitate (în termeni de fracţie molară = coeficient de activitate raţional, molalitate = coeficient de activitate practic şi de molaritate)	f, γ, y
Presiune osmotică	Π
Coeficient osmotic	g, Φ
Factorul lui van't Hoff	i
Afinitate	A
Constantă de echilibru	K
Constantă de viteză	k
Energie de activare	E
Variaţie de entropie de activare	$\Delta S^{\neq}$
Variaţie de entalpie de activare	$\Delta H^{\neq}$
Variaţie de entalpie liberă de activare	$\Delta G^{\neq}$
Număr de sarcină al ionului (valenţa)	z
Constanta lui Faraday	F
Tărie ionică	I, μ
Conductibilitate (conductivitate) electrolitică	σ, k, γ

1.3.10 (continuare)

Mărimea	Simbolul
Conductibilitate echivalentă	Λ
Conductibilitate echivalentă ionică	l
Număr de transport	t
Grad de disociere	α
Coeficient de conductibilitate	$f = \Lambda/\Lambda_\infty$
Potenţial standard de electrod	E_x^0
Forţă electromotoare a unei pile	E
Supratensiune	η
Exponentul ionilor de hidrogen 1)	$p\mathrm{H} = -\lg a_{H^+}$
Produsul ionic al apei	K_w
Viteză de reacţie	$\dot{\xi} = \frac{\mathrm{d}\xi}{\mathrm{d}t} \left(= \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\right) (r)$

---

1) Operatorul p înaintea unei mărimi fizico-chimice reprezintă cologaritmul zecimal al acestei mărimi.

Observaţii: 1. Termenul *specific* se referă la valoarea mărimii extensive raportată la unitatea de masă, termenul *molar* sau propriu se referă la valoarea mărimii extensive raportată la un mol de substanţă.

2. Se utilizează următorii indici superiori (dreapta sus):

X	substanţă pură
X^∞	diluţie infinită
X^{id}	stare ideală
X°	stare standard în general
X^+	mărime independentă de presiune
$X^{\ddagger}$	stare de tranziţie, complex activat
X^+, X^-	stări ionizate
X^*	stări excitate electronic
X^{IV}	stare de valenţă [de exemplu $M^{I}M^{III}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$].

3. Mărimile parţial molare se simbolizează prin X_i (de exemplu H_i, G_i etc.) (v. Vol. II).

4. Potenţialul standard de electrod este definit ca forţa electromotoare *(f.e.m.)* a unei pile în care în stînga este un electrod standard de hidrogen, iar în dreapta este electrodul respectiv. Astfel, pentru electrodul $Zn^{2+} | Zn$, pila este:

$$Pt \mid H_2,\ H^+ \parallel Zn^{2+} \mid Zn$$

cu reacţia: $H_2 + Zn^{2+} = Zn + 2H^+$.

1.4.SIMBOLURILE UNITĂŢILOR DE MĂSURĂ OBIŞNUITE

Tabelul conţine simboluri ale unităţilor de măsură, des utilizate. Simbolurile care au la origine numele unui cercetător se scriu cu literă mare, iar numele întreg al unităţii se scrie cu literă mică. Simbolurile unităţilor nu au o formă diferită la plural (v. cap. 3).

Simbolurile unităţilor se scriu fără punct după ele, cu excepţia cazului cînd sînt la sfîrşit de frază.

Simbolurile unităților se folosesc numai după numere sau formule în care intră constante numerice.

Astfel se va scrie:

— se cîntăresc 5 kg acid sulfuric și se introduc în reactorul de 30 l.

— se adaugă un volum de apă în litri egal numeric cu masa substanței exprimată în kilograme.

— variația standard a entalpiei libere a reacției de dehidrogenare a alcanilor:

$$C_nH_{2n+2} = C_nH_{2n} + H_2$$

este dată de ecuația de forma:

$$\Delta G_T^\circ = A - BT,$$

respectiv

$$\Delta G_T^\circ = 30{,}2 - 0{,}0338\,T \ [\text{kcal}\cdot\text{mol}^{-1}] \quad (n > 3).$$

Simbolul	Denumirea unității de măsură
A	amper
Ah	amper-oră
Å	angström
a	ar
a	an
asb	apostilb
at	atmosferă tehnică
At (atm)	atmosferă fizică
atom-g	atom-gram
bar	bar
C	coulomb
c (Ci)	curie
cd	candela
ct	carat
°C	grad Celsius
cal	calorie
cm^3	centimetru cub
cg	centigram
CGS	sistemul de unități cm, gram, secundă (v. cap. 3)
cl	centilitru
Cl = u.e	clausius (unitate de entropie = cal/°K
cm	centimetru
cP	centipoise
CP	cal-putere
cSt	centistokes
d	zi
dal	decalitru
dB	decibel
dg	decigram
dm	decimetru
dyn	dynă
erg	erg
eV	electron-volt
F	farad
$\mathcal{F}$	faraday
fon	fon
Gb	gilbert
g	gram
gf	gram-forță
Gal	galilei
G	gauss
grd	grad de temperatură
γ	gama (10^{-6} g)
h	oră
H	henry
ha	hectar
hl	hectolitru
Hz	hertz
J	joule
°K, K	grad absolut de temperatură (grad Kelvin, Kelvin)
kcal	kilocalorie
kg	kilogram
kgf	kilogramforță
kgm	kilogrammetru (kgf·m)
km	kilometru
kmol	kilomol
kV	kilovolt
kW	kilowatt
La	lambert
l	litru
lm	lumen
lx	lux
Mx	maxwell
m	metru
mA	miliamper

1.4 (continuare)

Simbolul	Denumirea unității de măsură	Simbolul	Denumirea unității de măsură
m^3N (c.n.)	metru cub normal (condiții normale de temperatură și presiune)	rad	doza absorbită
mbar	milibar	rad	radian
MeV	megaelectron-volt	rem	(echivalentul dozei)
mg	miligram	S	Siemens
mGal	miligalileu	s	secundă
min	minut	sb	stilb
ml	mililitru	SI	sistemul internațional de unități
mm	milimetru	St	stokes
mμ	milimicron	T	tesla (Wb/m^2)
mOe	milioersted	t	tona
mol	mol	torr	milimetru coloană mercur
MΩ	megaohm	u.e. = Cl	unitate de entropie (cal/°K)
mP	milipoise	u.e.m.	unitate de măsură în sistemul absolut electromagnetic
mSt	milistokes	u.e.s.	unitate de măsură în sistemul absolut electrostatic
mV	milivolt	U.X.	unitate X
μ, μm	micron (micrometru)	V	volt
μbar	microbar	val	echivalent chimic
μg (γ)	microgram (gama)	var	voltamperreactiv
μl (mm^3)	microlitru (milimetru cub)	W	watt
μP	micropoise	Wb	weber
μSt	microstokes	°	grad de temperatură grad unghi
N	newton	′	minut de unghi
nm	nanometru (mμ)	″	secundă de unghi
Oe	oersted	″	țol
Ω	ohm		
P	poise		
ph	fot		
r	roentgen		

2. TABELE MATEMATICE

Cuprins

2.1. Puteri, radicali, logaritmi naturali, valori reciproce, lungimi și suprafețe de cercuri 33
2.2. Valorile 2^n 71
2.3. Puterile 4, 5, 6, 7, 8 ale numerelor întregi de la 1 la 100 73
2.4. Suma puterilor numerelor întregi 75
2.5. Cîteva puteri factoriale și factoriale reciproce 77
2.6. Rădăcinile pătrate și cubice ale unor fracții 77
2.7. Valorile unor fracții obișnuite 78
2.8. Factorialii numerelor de la 1 la 100 și logaritmii lor zecimali 78
2.9. Valorile coeficienților binominali 80
2.10. Logaritmii zecimali (Briggs) 80
  2.10.1. Mantisele logaritmilor zecimali 82
2.11. Constantele și transformările logaritmilor 84
2.12. Logaritmi naturali (Napier) 85
  2.12.1. Logaritmii naturali ai numerelor de la 0,000 la 0,999 85
  2.12.2. Logaritmii naturali ai numerelor de la 1 la 20 88
2.13. Constante numerice importante și logaritmii lor zecimali 92
2.14. Multiplii lui $1/\pi$, (n/π) și ai lui $\frac{\pi}{2}$ $(n\pi/2)$ 93
2.15. Ecuații importante 94
  2.15.1. Dezvoltări 94
  2.15.2. Puteri și rădăcini 95
  2.15.3. Proprietățile proporțiilor 95
  2.15.4. Sume 95
  2.15.5. Progresii aritmetice 96
  2.15.6. Progresii geometrice 96
  2.15.7. Analiza combinatorie 97
  2.15.8. Serii importante 97
  2.15.9. Numerele lui Bernoulli și Euler 101
  2.15.10. Funcții speciale 102
  2.15.11. Ecuațiile transformărilor de coordonate obișnuite 104
  2.15.12. Reprezentări grafice ale ecuațiilor și metodele de liniarizare 105

- 2.16. Ecuaţii de aproximaţie pentru funcţii obişnuite 116
- 2.17. Funcţii exponenţiale 118
- 2.18. Valorile funcţiei Laplace şi a derivatelor de ordinul 1—4 126
- 2.19. Valorile funcţiei gama $\Gamma(x)$ (funcţia factorială) 134
- 2.20. Factorul lui Boltzmann $e^{\left(-\frac{E}{RT}\right)}$ 136
- 2.21. Statistica matematică aplicată 136
  - 2.21.1. Numere întîmplătoare 136
  - 2.21.2. Probabilitatea distribuţiei normale 138
  - 2.21.3. Factorii pentru calculul erorilor probabile 143
  - 2.21.4. Probabilitatea unei erori 146
  - 2.21.5. Distribuţia „t" (Student) 147
  - 2.21.6. Determinarea intervalului de încredere cu ajutorul diferenţei între valoarea maximă şi cea minimă 152
  - 2.21.7. Distribuţia χ^2 (Hi pătrat) 153
  - 2.21.8. Valorile lui F pentru compararea varianţelor 155
    - 2.21.8.1. Distribuţia F pentru nivelul de semnificaţie 0,05 156
    - 2.21.8.2. Distribuţia F pentru nivelul de semnificaţie 0,01 157
  - 2.21.9. Eliminarea măsurătorilor 158
  - 2.21.10. Determinarea numărului de măsurători necesare aplicării testului de semnificaţie „u" 159
  - 2.21.11. Determinarea numărului de măsurători necesare aplicării testului t pentru compararea unei medii $\bar{x}$ cu o valoare standard μ_0 160
  - 2.21.12. Determinarea numărului de măsurători necesare aplicării testului t la compararea a două medii 162
  - 2.21.13. Determinarea numărului de măsurători necesare pentru aplicarea testului χ^2 la compararea varianţei 163
  - 2.21.14. Schema de calcul a analizei varianţei pentru un factor într-o singură etapă 164
  - 2.21.15. Schema de calcul a analizei varianţei pentru un factor, în două etape 167
  - 2.21.16. Schema de calcul a analizei varianţei pentru un factor, în trei etape 169
  - 2.21.17. Schema de calcul a analizei varianţei pentru studiul a doi factori cu replicări 171
  - 2.21.18. Schema de calcul a analizei varianţei pentru trei factori 174
  - 2.21.19. Schema de calcul a analizei varianţei pentru trei factori cu cîte două replicări 178
  - 2.21.20. Compararea rapidă a două serii de măsurători pe baza semnelor diferenţelor dintre ele 180
  - 2.21.21. Determinarea naturii întîmplătoare sau neîntîmplătoare a fluctuaţiilor 182
- 2.22. Maşini electronice de calcul 183
- 2.23. Semne grafice convenţionale în schemele electrice pentru elemente cu funcţiuni logice, elemente de calcul şi blocuri funcţionale 184
  - 2.23.1. Elemente cu funcţiuni logice 185
  - 2.23.2. Blocuri funcţionale şi elemente de calcul 186

2. TABELE MATEMATICE

2,1 PUTERI, RADICALI, LOGARITMI NATURALI, VALORI RECIPROCE, LUNGIMI ŞI SUPRAFEȚE DE CERCURI

Tabelul conține valorile n, n^2, n^3, $\sqrt{n}$, $\sqrt[3]{n}$, ln n, $10^3/n$, πn, $\pi n^2/4$ pentru domeniul $n = 1$ la $n = 1\,500$.

Pentru numerele care nu se găsesc în tabel, rezultatul este calculat prin interpolare liniară sau prin logaritmare (v. tabelul 2.10); tabelul 2.12 constituie o completare a valorilor logaritmilor naturali din această tabelă în domeniul $n = 0{,}000$ la $n = 20{,}0$.

Valorile $10^3/n$ se pot folosi în cazul calculelor obişnuite pentru inversul temperaturii absolute, $10^3/T$.

În cazul coloanelor cu valorile πn = lungimea cercului şi $\pi n^2/4$ = suprafața cercului, n reprezintă diametrul.

Pentru utilizarea tabelei cu erori cît mai mici, trebuie observat că valorile n^2, n^3, πn, $\pi n^2/_4$ sînt interpolabile liniar. Astfel pentru a calcula: $221{,}53^2$ se găseşte în tabel:
$221^2 = 48\,841$ şi $222^2 = 49\,284$, ceea ce reprezintă diferența $\Delta_2 = 443$, de unde se obține corecția $0{,}53 \cdot 443 \simeq 234{,}8$; deci rezultatul ridicării la pătrat este $221{,}53^2 \simeq 49\,075{,}8$.

În mod analog se aplică corecțiile pentru numerele care nu sînt trecute în tabel.

În cazul $n^{1/2}$ interpolarea liniară este valabilă numai pentru $n \geqslant 76$; deci pentru $n < 76$ se alege un număr a întreg, pătrat perfect, astfel încît $\sqrt{n} = \frac{1}{a}\sqrt{a^2 \cdot n^2}$, cu $a^2 n \geqslant 76$, pentru care se aplică interpolarea liniară conform regulei de mai înainte.

Valorile ln n sînt interpolabile liniar pentru $n \geqslant 163$, deci pentru $n < 163$ se calculează ln $\frac{an}{a}$, astfel ca $an \geqslant 163$, ceea ce corespunde domeniului admisibil de interpolare liniară.

Termenul $10^3/n$ este interpolabil liniar pentru $n \geqslant 377$, iar pentru valori $n < 377$ se procedează analog ca mai înainte, considerînd $10^3/n = 10^3 a/an$, unde a este un număr întreg astfel ca $an > 377$.

Regulile menționate corespund următoarei condiții de exactitate a valorii găsite prin interpolare: a opta parte din diferența de ordinul doi (Δ_2) a valorilor tabelate este neglijabilă

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}\,10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
0	0	0	0	0	$-\infty$	∞	0	0	0
1	1	1	1,0000	1,0000	0,00000	1000,000	3,142	0,78 54	1
2	4	8	1,4142	1,2599	0,69315	500,000	6,283	3,14 16	2
3	9	27	1,7321	1,4422	1,09861	333,333	9,425	7,06 86	3
4	16	64	2,0000	1,5874	1,38629	250,000	12,566	12,56 64	4
5	25	125	2,2361	1,7100	1,60944	200,000	15,708	19,63 50	5
6	36	216	2,4495	1,8171	1,79176	166,667	18,850	28,27 43	6
7	49	343	2,6458	1,9129	1,94591	142,857	21,991	38,48 45	7
8	64	512	2,8284	2,0000	2,07944	125,000	25,133	50,26 55	8
9	81	729	3,0000	2,0801	2,19722	111,111	28,274	63,61 73	9
10	1 00	1 000	3,1623	2,1544	2,30259	100,000	31,416	78,53 98	10
11	1 21	1 331	3,3166	2,2240	2,39790	90,9091	34,558	95,03 32	11
12	1 44	1 728	3,4641	2,2894	2,48491	83,3333	37,699	1 13,09 7	12
13	1 69	2 197	3,6056	2,3513	2,56495	76,9231	40,841	1 32,73 2	13
14	1 96	2 744	3,7417	2,4101	2,63906	71,4286	43,982	1 53,93 8	14
15	2 25	3 375	3,8730	2,4662	2,70805	66,6667	47,124	1 76,71 5	15
16	2 56	4 096	4,0000	2,5198	2,77259	62,5000	50,265	2 01,06 2	16
17	2 89	4 913	4,1231	2,5713	2,83321	58,8235	53,407	2 26,98 0	17
18	3 24	5 832	4,2426	2,6207	2,89037	55,5556	56,549	2 54,46 9	18
19	3 61	6 859	4,3589	2,6684	2,94444	52,6316	59,690	2 83,52 9	19
20	4 00	8 000	4,4721	2,7144	2,99573	50,0000	62,832	3 14,15 9	20
21	4 41	9 261	4,5826	2,7589	3,04452	47,6190	65,973	3 46,36 1	21
22	4 84	10 648	4,6904	2,8020	3,09104	45,4545	69,115	3 80,13 3	22
23	5 29	12 167	4,7958	2,8439	3,13549	43,4783	72,257	4 15,47 6	23
24	5 76	13 824	4,8990	2,8845	3,17805	41,6667	75,398	4 52,38 9	24
25	6 25	15 625	5,0000	2,9240	3,21888	40,0000	78,540	4 90,87 4	25
26	6 76	17 576	5,0990	2,9625	3,25810	38,4615	81,681	5 30,92 9	26
27	7 29	19 683	5,1962	3,0000	3,29584	37,0370	84,823	5 72,55 5	27
28	7 84	21 952	5,2915	3,0366	3,33220	35,7143	87,965	6 15,75 2	28
29	8 41	24 389	5,3852	3,0723	3,36730	34,4828	91,106	6 60,52 0	29
30	9 00	27 000	5,4772	3,1072	3,40120	33,3333	94,248	7 06,85 8	30
31	9 62	29 791	5,5678	3,1414	3,43399	32,2581	97,389	7 54,76 8	31
32	10 24	32 768	5,6569	3,1748	3,46574	31,2500	100,531	8 04,24 8	32
33	10 89	35 937	5,7446	3,2075	3,49651	30,3030	103,673	8 55,29 9	33
34	11 56	39 304	5,8310	3,2396	3,52636	29,4118	106,814	9 07,92 0	34
35	12 25	42 875	5,9161	3,2711	3,55535	28,5714	109,956	9 62,11 3	35
36	12 96	46 656	6,0000	3,3019	3,58352	27,7778	113,097	10 17, 88	36
37	13 69	50 653	6,0828	3,3322	3,61092	27,0270	116,239	10 75, 21	37
38	14 44	54 872	6,1644	3,3620	3,63759	26,3158	119,381	11 34, 11	38
39	15 21	59 319	6,2450	3,3912	3,66356	25,6410	122,522	11 94, 59	39
40	16 00	64 000	6,3246	3,4200	3,68888	25,0000	125,66	12 56, 64	40

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
40	16 00	64 000	6,3246	3,4200	3,68888	25,0000	125,56	12 56,64	40
41	16 81	68 921	6,4031	3,4482	3,71357	24,3902	128,81	13 20, 25	41
42	17 64	74 088	6,4807	3,4760	3,73767	23,8095	131,95	13 85, 44	42
43	18 49	79 507	6,5574	3,5034	3,76120	23,2558	135,09	14 52, 20	43
44	19 36	85 184	6,6332	3,5303	3,78419	22,7273	138,23	15 20, 53	44
45	20 25	91 125	6,7082	3,5569	3,80666	22,2222	141,37	15 90, 43	45
46	21 16	97 336	6,7823	3,5830	3,82864	21,7391	144,51	16 61, 90	46
47	22 09	103 823	6,8557	3,6088	3,85015	21,2766	147,65	17 34, 94	47
48	23 04	110 592	6,9282	3,6342	3,87120	20,8333	150,80	18 09, 56	48
49	24 01	117 649	7,0000	3,6593	3,89182	20,4082	153,94	18 85, 74	49
50	25 00	125 000	7,0711	3,6840	3,91202	20,0000	157,08	19 63,50	50
51	26 01	132 651	7,1414	3,7084	3,93183	19,6078	160,22	20 42,82	51
52	27 04	140 608	7,2111	3,7325	3,95124	19,2308	163,36	21 23,72	52
53	28 09	148 877	7,2801	3,7563	3,97029	18,8679	166,50	22 06,18	53
54	29 16	157 464	7,3485	3,7798	3,98898	18,5185	169,65	22 90,22	54
55	30 25	166 375	7,4162	3,8030	4,00733	18,1818	172,79	23 75,83	55
56	31 36	175 616	7,4833	3,8259	4,02535	17,8571	175,93	24 63,01	56
57	32 49	185 193	7,5498	3,8485	4,04305	17,5439	179,07	25 51,76	57
58	33 64	195 112	7,6158	3,8709	4,06044	17,2414	182,21	26 42,08	58
59	34 81	205 379	7,6811	3,8930	4,07754	16,9492	185,35	27 33,97	59
60	36 00	216 000	7,7460	3,9149	4,09434	16,6667	188,50	28 27,43	60
61	37 21	226 981	7,8102	3,9365	4,11087	16,3934	191,64	29 22,47	61
62	38 44	238 328	7,8740	3,9579	4,12713	16,1290	194,78	30 19,07	62
63	39 69	250 047	7,9373	3,9791	4,14313	15,8730	197,92	31 17,25	63
64	40 96	262 144	8,0000	4,0000	4,15888	15,6250	201,06	32 16,99	64
65	42 25	274 625	8,0623	4,0207	4,17439	15,3846	204,20	33 18,31	65
66	43 56	287 496	8,1240	4,0412	4,18965	15,1515	207,35	34 21,19	66
67	44 89	300 763	8,1854	4,0615	4,20469	14,9254	210,49	35 25,65	67
68	46 24	314 432	8,2462	4,0817	4,21951	14,7059	213,63	36 31,68	68
69	47 61	328 509	8,3066	4,1016	4,23411	14,4928	216,77	37 39,28	69
70	49 00	343 000	8,3666	4,1213	4,24850	14,2857	219,91	38 48,45	70
71	50 41	357 911	8,4261	4,1408	4,26268	14,0845	223,05	39 59,19	71
72	51 84	373 248	8,4853	4,1602	4,27667	13,8889	226,19	40 71,50	72
73	53 29	389 017	8,5440	4,1793	4,29046	13,6986	229,34	41 85,39	73
74	54 76	405 224	8,6023	4,1983	4,30407	13,5135	232,48	43 00,84	74
75	56 25	421 875	8,6603	4,2172	4,31749	13,3333	235,62	44 17,86	75
76	57 76	438 976	8,7178	4,2358	4,33073	13,1579	238,76	45 36,46	76
77	59 29	456 533	8,7750	4,2543	4,34381	12,9870	241,90	46 56,63	77
78	60 84	474 552	8,8318	4,2727	4,35671	12,8205	245,04	47 78,36	78
79	62 41	493 039	8,8882	4,2908	4,36945	12,6582	248,19	49 01,67	79
80	64 00	512 000	8,9443	4,3089	4,38203	12,5000	251,33	5026,55	80

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}\,10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
80	64 00	512 000	8,9443	4,3089	4,38203	12,5000	251,33	50 26,55	**80**
81	65 61	531 441	9,0000	4,3267	4,39445	12,3457	254,47	51 53,00	81
82	67 24	551 368	9,0554	4,3445	4,40672	12,1951	257,61	52 81,02	82
83	68 89	571 787	9,1104	4,3621	4,41884	12,0482	260,75	54 10,61	83
84	70 56	592 704	9,1652	4,3795	4,43082	11,9048	263,89	55 41,77	84
85	72 25	614 125	9,2195	4,3968	4,44265	11,7647	267,04	56 74,50	85
86	73 96	636 056	9,2736	4,4140	4,45435	11,6279	270,18	58 08,80	86
87	75 69	658 503	9,3274	4,4310	4,46591	11,4943	273,32	59 44,68	87
88	77 44	681 472	9,3808	4,4480	4,47734	11,3636	276,46	60 82,12	88
89	79 21	704 969	9,4340	4,4647	4,48864	11,2360	279,60	62 21,14	89
90	81 00	729 000	9,4868	4,4814	4,49981	11,1111	282,74	63 61,73	90
91	82 81	753 571	9,5394	4,4979	4,51086	10,9890	285,88	65 03,88	91
92	84 64	778 688	9,5917	4,5144	4,52179	10,8696	289,03	66 47,61	92
93	86 49	804 357	9,6437	4,5307	4,53260	10,7527	292,17	67 92,91	93
94	88 36	830 584	9,6954	4,5468	4,54329	10,6383	295,31	69 39,78	94
95	90 25	857 375	9,7468	4,5629	4,55388	10,5263	298,45	70 88,22	95
96	92 16	884 736	9,7980	4,5789	4,56435	10,4167	301,59	72 38,23	96
97	94 09	912 673	9,8489	4,5947	4,57471	10,3093	304,73	73 89,81	97
98	96 04	941 192	9,8995	4,6104	4,58497	10,2041	307,88	75 42,96	98
99	98 01	970 299	9,9499	4,6261	4,59512	10,1010	311,02	76 97,69	99
100	1 00 00	1 000 000	10,0000	4,6416	4,60517	10,0000	314,16	78 53,98	**100**
101	1 02 01	1 030 301	10,0499	4,6570	4,61512	9,90099	317,30	80 11,85	101
102	1 04 04	1 061 208	10,0995	4,6723	4,62497	9,80392	320,44	81 71,28	102
103	1 06 09	1 092 727	10,1489	4,6875	4,63473	9,70874	323,58	83 32,29	103
104	1 08 16	1 124 864	10,1980	4,7027	4,64439	9,61538	326,73	84 94,87	104
105	1 10 25	1 157 625	10,2470	4,7177	4,65396	9,52381	329,87	86 59,01	105
106	1 12 36	1 191 016	10,2956	4,7326	4,66344	9,43396	333,01	88 24,73	106
107	1 14 49	1 225 043	10,3441	4,7475	4,67283	9,34579	336,15	89 92,02	107
108	1 16 64	1 259 712	10,3923	4,7622	4,68213	9,25926	339,29	91 60,88	108
109	1 18 81	1 295 029	10,4403	4,7769	4,69135	9,17431	342,43	93 31,32	109
110	1 21 00	1 331 000	10,4881	4,7914	4,70048	9,09091	345,58	95 03,32	**110**
111	1 23 21	1 367 631	10,5357	4,8059	4,70953	9,00901	348,72	96 76,89	111
112	1 25 44	1 404 928	10,5830	4,8203	4,71850	8,92857	351,86	98 52,03	112
113	1 27 69	1 442 897	10,6301	4,8346	4,72739	8,84956	355,00	1 00 28,7	113
114	1 29 96	1 481 544	10,6771	4,8488	4,73620	8,77193	358,14	1 02 07,0	114
115	1 32 25	1 520 875	10,7238	4,8629	4,74493	8,69565	361,28	1 03 86,9	115
116	1 34 56	1 560 896	10,7703	4,8770	4,75359	8,62069	364,42	1 05 68,3	116
117	1 36 89	1 601 613	10,8167	4,8910	4,76217	8,54701	367,57	1 07 51,3	117
118	1 39 24	1 643 032	10,8628	4,9049	4,77068	8,47458	370,71	1 09 35,9	118
119	1 41 61	1 685 159	10,9087	4,9187	4,77912	8,40336	373,85	1 11 22,0	119
120	1 44 00	1 728 000	10,9545	4,9324	4,78749	8,33333	376,99	1 13 09,7	**120**

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
120	1 44 00	1 728 000	10,9545	4,9324	4,78749	8,33333	376,99	1 13 09,7	120
121	1 46 41	1 771 561	11,0000	4,9461	4,79579	8,26446	380,13	1 14 99,0	121
122	1 48 84	1 815 848	11,0454	4,9597	4,80402	8,19672	383,27	1 16 89,9	122
123	1 51 29	1 860 867	11,0905	4,9732	4,81218	8,13008	386,42	1 18 82,3	123
124	1 53 76	1 906 624	11,1355	4,9866	4,82028	8,06452	389,56	1 20 76,3	124
125	1 56 25	1 953 125	11,1803	5,0000	4,82831	8,00000	392,70	1 22 71,8	125
126	1 58 76	2 000 376	11,2250	5,0133	4,83628	7,93651	395,84	1 24 69,0	126
127	1 61 29	2 048 383	11,2694	5,0265	4,84419	7,87402	398,98	1 26 67,7	127
128	1 63 84	2 097 152	11,3137	5,0397	4,85203	7,81250	402,12	1 28 68,0	128
129	1 66 41	2 146 689	11,3578	5,0528	4,85981	7,75194	405,27	1 30 69,8	129
130	1 69 00	2 197 000	11,4018	5,0658	4,86753	7,69231	408,41	1 32 73,2	130
131	1 71 61	2 248 091	11,4455	5,0788	4,87520	7,63359	411,55	1 34 78,2	131
132	1 74 24	2 299 968	11,4891	5,0916	4,88280	7,57576	414,69	1 36 84,8	132
133	1 76 89	2 352 637	11,5326	5,1045	4,89035	7,51880	417,83	1 38 92,9	133
134	1 79 56	2 406 104	11,5758	5,1172	4,89784	7,46269	420,97	1 41 02,6	134
135	1 82 25	2 460 375	11,6190	5,1299	4,90527	7,40741	424,12	1 43 13,9	135
136	1 84 96	2 515 456	11,6619	5,1426	4,91265	7,35294	427,26	1 45 26,7	136
137	1 87 69	2 571 353	11,7047	5,1551	4,91998	7,29927	430,40	1 47 41,1	137
138	1 90 44	2 628 072	11,7473	5,1676	4,92725	7,24638	433,54	1 49 57,1	138
139	1 93 21	2 685 619	11,7898	5,1801	4,93447	7,19424	436,68	1 51 74,7	139
140	1 96 00	2 744 000	11,8322	5,1925	4,94164	7,14286	439,82	1 53 93,8	140
141	1 98 81	2 803 221	11,8743	5,2048	4,94876	7,09220	442,96	1 56 14,5	141
142	2 01 64	2 863 288	11,9164	5,2171	4,95583	7,04225	446,11	1 58 36,8	142
143	2 04 49	2 924 207	11,9583	5,2293	4,96284	6,99301	449,25	1 60 60,6	143
144	2 07 36	2 985 984	12,0000	5,2415	4,96981	6,94444	452,39	1 62 86,0	144
145	2 10 25	3 048 625	12,0416	5,2536	4,97673	6,89655	455,53	1 65 13,0	145
146	2 13 16	3 112 136	12,0830	5,2656	4,98361	6,84932	458,67	1 67 41,5	146
147	2 16 09	3 176 523	12,1244	5,2776	4,99043	6,80272	461,81	1 69 71,7	147
148	2 19 04	3 241 792	12,1655	5,2896	4,99721	6,75676	464,96	1 72 03,4	148
149	2 22 01	3 307 949	12,2066	5,3015	5,00395	6,71141	468,10	1 74 36,6	149
150	2 25 00	3 375 000	12,2474	5,3133	5,01064	6,66667	471,24	1 76 71,5	150
151	2 28 01	3 442 951	12,2882	5,3251	5,01728	6,62252	474,38	1 79 07,9	151
152	2 31 04	3 511 808	12,3288	5,3368	5,02388	6,57895	477,52	1 81 45,8	152
153	2 34 09	3 581 577	12,3693	5,3485	5,03044	6,53595	480,66	1 83 85,4	153
154	2 37 16	3 652 264	12,4097	5,3601	5,03695	6,49351	483,81	1 86 26,5	154
155	2 40 25	3 723 875	12,4499	5,3717	5,04343	6,45161	486,95	1 88 69,2	155
156	2 43 36	3 796 416	12,4900	5,3832	5,04986	6,41026	490,09	1 91 13,4	156
157	2 46 49	3 869 893	12,5300	5,3947	5,05625	6,36943	492,23	1 93 59,3	157
158	2 49 64	3 944 312	12,5698	5,4061	5,06260	6,32911	496,37	1 96 06,7	158
159	2 52 81	4 019 679	12,6095	5,4175	5,06890	6,28931	499,51	1 98 55,7	159
160	2 56 00	4 096 000	12,6491	5,4288	5,07517	6,25000	502,65	2 01 06,2	160

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{2}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
160	2 56 00	4 096 000	12,6491	5,4288	5,07517	6,25000	502,65	2 01 06,2	160
161	2 59 21	4 173 281	12,6886	5,4401	5,08140	6,21118	505,80	2 03 58,3	161
162	2 62 44	4 251 528	12,7279	5,4514	5,08760	6,17284	508,94	2 06 12,0	162
163	2 65 69	4 330 747	12,7671	5,4626	5,09375	6,13497	512,08	2 08 67,2	163
164	2 68 96	4 410 944	12,8062	5,4737	5,09987	6,09756	515,22	2 11 24,1	164
165	2 72 25	4 492 125	12,8452	5,4848	5,10595	6,06061	518,36	2 13 82,5	165
166	2 75 56	4 574 296	12,8841	5,4959	5,11199	6,02410	521,50	2 16 42,4	166
167	2 78 89	4 657 463	12,9228	5,5069	5,11799	5,98802	524,65	2 19 04,0	167
168	2 82 24	4 741 632	12,9615	5,5178	5,12396	5,95238	527,79	2 21 67,1	168
169	2 85 61	4 826 809	13,0000	5,5288	5,12990	5,91716	530,93	2 24 31,8	169
170	2 89 00	4 913 000	13,0384	5,5397	5,13580	5,88235	534,07	2 26 98,0	170
171	2 92 41	5 000 211	13,0767	5,5505	5,14166	5,84795	537,21	2 29 65,8	171
172	2 95 84	5 088 448	13,1149	5,5613	5,14749	5,81395	540,35	2 32 35,2	172
173	2 99 29	5 177 717	13,1529	5,5721	5,15329	5,78035	543,50	2 35 06,2	173
174	3 02 76	5 268 024	13,1909	5,5828	5,15906	5,74713	546,64	2 37 78,7	174
175	3 06 25	5 359 375	13,2288	5,5934	5,16479	5,71429	549,78	2 40 52,8	175
176	3 09 76	5 451 776	13,2665	5,6041	5,17048	5,68182	552,92	2 43 28,5	176
177	3 13 29	5 545 233	13,3041	5,6147	5,17615	5,64972	556,06	2 46 05,7	177
178	3 16 84	5 639 752	13,3417	5,6252	5,18178	5,61798	559,20	2 48 84,6	178
179	3 20 41	5 735 339	13,3791	5,6357	5,18739	5,58659	562,35	2 51 64,9	179
180	3 24 00	5 832 000	13,4164	5,6462	5,19296	5,55556	565,49	2 54 46,9	180
181	3 27 61	5 929 741	13,4536	5,6567	5,19850	5,52486	568,63	2 57 30,4	181
182	3 31 24	6 028 568	13,4907	5,6671	5,20401	5,49451	571,77	2 60 15,5	182
183	3 34 89	6 128 487	13,5277	5,6774	5,20949	5,46448	574,91	2 63 02,2	183
184	3 38 56	6 229 504	13,5647	5,6877	5,21494	5,43478	578,05	2 65 90,4	184
185	3 42 25	6 331 625	13,6015	5,6980	5,22036	5,40541	581,19	2 68 80,3	185
186	3 45 96	6 434 856	13,6382	5,7083	5,22575	5,37634	584,34	2 71 71,6	186
187	3 49 69	6 539 203	13,6748	5,7185	5,23111	5,34759	587,48	2 74 64,6	187
188	3 53 44	6 644 672	13,7113	5,7287	5,23644	5,31915	590,62	2 77 59,1	188
189	3 57 21	6 751 269	13,7477	5,7388	5,24175	5,29101	593,76	2 80 55,2	189
190	3 61 00	6 859 000	13,7840	5,7489	5,24702	5,26316	596,90	2 83 52,9	190
191	3 64 81	6 967 871	13,8203	5,7590	5,25227	5,23560	600,04	2 86 52,1	191
192	3 68 64	7 077 888	13,8564	5,7690	5,25750	5,20833	603,19	2 89 52,9	192
193	3 72 49	7 189 057	13,8924	5,7790	5,26269	5,18135	606,33	2 92 55,3	193
194	3 76 36	7 301 384	13,9284	5,7890	5,26786	5,15464	609,47	2 95 59,2	194
195	3 80 25	7 414 875	13,9642	5,7989	5,27300	5,12821	612,61	2 98 64,8	195
196	3 84 16	7 529 536	14,0000	5,8088	5,27811	5,10204	615,75	3 01 71,9	196
797	3 88 09	7 645 373	14,0357	5,8186	5,28320	5,07614	618,89	3 04 80,5	197
198	3 92 04	7 762 392	14,0712	5,8285	5,28827	5,05051	622,04	3 07 90,7	198
199	3 96 01	7 880 599	14,1067	5,8383	5,29330	5,02513	625,18	3 11 02,6	199
200	4 00 00	8 000 000	14,1421	5,8480	5,29832	5,00000	628,32	3 14 15,9	**200**

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
200	5 00 00	8 000 000	14,1421	5,8480	5,29832	5,00000	628,32	3 14 15,9	200
201	4 04 01	8 120 601	14,1774	5,8578	5,30330	4,97512	631,46	3 17 30,9	201
202	4 08 04	8 242 408	14,2127	5,8675	5,30827	4,95050	634,60	3 20 47,4	202
203	4 12 09	8 365 427	14,2478	5,8771	5,31321	4,92611	637,74	3 23 65,5	203
204	4 16 16	8 489 664	14,2829	5,8868	5,31812	4,90196	640,88	3 26 85,1	204
205	4 20 25	8 615 125	14,3178	5,8964	5,32301	4,87805	644,03	3 30 06,4	205
206	4 24 36	8 741 816	14,3527	5,9059	5,32788	4,85437	647,17	3 33 29,2	206
207	4 28 49	8 869 743	14,3875	5,9155	5,33272	4,83092	650,31	3 36 53,5	207
208	4 32 64	8 998 912	14,4222	5,9250	5,33754	4,80769	653,45	3 39 79,5	208
209	4 36 81	9 129 329	14,4568	5,9345	5,34233	4,78469	656,59	3 43 07,0	209
210	4 41 00	9 261 000	14,4914	5,9439	5,34711	4,76190	659,73	3 46 36,1	210
211	4 45 21	9 393 931	14,5258	5,9533	5,35186	4,73934	662,88	3 49 66,7	211
212	4 49 44	9 528 128	14,5602	4,9627	5,35659	4,71698	666,02	3 52 98,9	212
213	4 53 69	9 663 597	14,5945	5,9721	5,36129	4,69484	669,16	3 56 32,7	213
214	4 57 96	9 800 344	14,6287	5,9814	5,36598	4,67290	672,30	3 59 68,1	214
215	4 62 25	9 938 375	14,6629	5,9907	5,37064	4,65116	675,44	3 63 05,0	215
216	4 66 56	10 077 696	14,6969	6,0000	5,37528	4,62963	678,58	3 66 43,5	216
217	4 70 89	10 218 313	14,7309	6,0092	5,37990	4,60829	681,73	3 69 83,8	217
218	4 75 24	10 360 232	14,7648	6,0185	5,38450	4,58716	684,87	3 73 25,3	218
219	4 79 61	10 503 459	14,7986	6,0277	5,38907	4,56621	688,01	3 76 68,5	219
220	4 84 00	10 648 000	14,8324	6,0368	5,39363	4,54545	691,15	3 80 13,3	220
221	4 88 41	10 793 861	14,8661	5,0459	5,39816	4,52489	694,29	3 83 59,5	221
222	4 92 84	10 941 048	14,8997	6,0550	5,40268	4,50450	697,43	3 87 07,6	222
223	4 97 29	11 089 567	14,9332	6,0641	5,40717	4,48430	700,58	3 90 57,1	223
224	5 01 76	11 239 424	14,9666	6,0732	5,41165	4,46429	703,72	3 94 08,1	224
225	5 06 25	11 390 625	15,0000	6,0822	5,41610	4,44444	706,86	3 97 60,8	225
226	5 10 76	11 543 176	15,0333	6,0912	5,42053	4,42478	710,00	4 01 15,0	226
227	5 15 29	11 697 083	15,0665	6,1002	5,42495	4,40529	713,14	4 04 70,8	227
228	5 19 84	11 852 352	15,0997	6,1091	5,42935	4,38596	716,28	4 08 28,1	228
229	5 24 41	12 008 989	15,1327	6,1180	5,43372	4,36681	719,42	4 11 87,1	229
230	5 29 00	12 167 000	15,1658	6,1269	5,43808	4,34783	722,57	4 15 47,6	230
231	5 36 61	12 326 391	15,1987	6,1358	5,44242	4,32900	725,71	4 19 09,6	231
232	5 38 24	12 487 168	15,2315	6,1446	5,44674	4,31034	728,85	4 22 73,3	232
233	5 42 89	12 649 337	15,2643	6,1534	5,45104	4,29185	731,99	4 26 38,5	233
234	5 47 56	12 812 904	15,2971	6,1622	5,45532	4,27350	735,13	4 30 05,3	234
235	5 52 25	12 977 875	15,3297	6,1710	5,45959	4,25532	738,27	4 33 73,6	335
236	5 56 96	13 144 256	15,3623	6,1797	5,46383	4,23729	741,42	4 37 43,5	236
237	5 61 69	13 312 053	15,3948	6,1885	5,46806	4,21941	744,56	4 41 15,0	237
238	5 66 44	13 481 272	15,4272	6,1972	5,47227	4,20168	747,70	4 44 88,1	238
239	5 71 21	13 651 919	15,4596	6,2058	5,47646	4,18410	750,84	4 48 62,7	239
240	5 76 00	13 824 000	15,4919	6,2145	5,48064	4,16667	753,98	4 52 38,9	240

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
240	5 76 00	13 824 000	15,4919	6,2145	5,48064	4,16667	753,98	4 52 38,9	240
241	5 80 81	13 997 521	15,5242	2,2231	5,48480	4,14938	757,12	4 56 16,7	241
242	5 85 64	14 172 488	15,5563	6,2317	5,48894	4,13223	760,27	4 59 96,1	242
243	5 90 49	14 348 907	15,5885	6,2403	5,49306	4,11523	763,41	4 63 77,0	243
244	5 95 36	14 526 784	15,6205	6,2488	5,49717	4,09836	766,55	4 67 59,5	244
245	6 00 25	14 706 125	15,6525	6,2573	5,50126	4,08163	769,69	4 71 43,5	245
246	6 05 16	14 886 936	15,6844	6,2658	5,50533	4,06504	772,83	4 75 29,2	246
247	6 10 09	15 069 223	15,7162	6,2743	5,50939	4,04858	775,97	4 79 16,4	247
248	6 15 04	15 252 992	15,7480	6,2828	5,51343	4,03226	779,11	4 83 05,1	248
249	6 20 01	15 438 249	15,7797	6,2912	5,51745	4,01606	782,26	4 86 95,5	249
250	6 25 00	15 625 000	15,8114	6,2996	5,52146	4,00000	785,40	4 90 87,4	250
251	6 30 01	15 813 251	15,8430	6,3080	5,52545	3,98406	788,54	4 94 80,9	251
252	6 35 04	16 003 008	15,8745	6,3164	5,52943	3,96825	791,68	4 98 75,9	252
253	6 40 09	16 194 277	15,9060	6,3247	5,53339	3,95257	794,82	5 02 72,6	253
254	6 45 16	16 387 064	15,9374	6,3330	5,53733	3,93701	797,96	5 06 70,7	254
255	6 50 25	16 581 375	15,9687	6,3413	5,54126	3,92157	801,11	5 10 70,5	255
256	6 55 36	16 777 216	16,0000	6,3496	5,54518	3,90625	804,25	5 14 71,9	256
257	6 60 49	16 974 593	16,0312	6,3579	5,54908	3,89105	807,39	5 18 74,8	257
258	6 65 64	17 173 512	16,0624	6,3661	5,55296	3,87597	810,53	5 22 79,2	258
259	6 70 81	17 373 979	16,0935	6,3743	5,55683	3,86100	813,67	5 26 85,3	259
260	6 76 00	17 576 000	16,1245	6,3825	5,56068	3,84615	816,81	5 30 92,9	260
261	6 81 21	17 779 581	16,1555	6,3907	5,56452	3,83142	819,96	5 35 02,1	261
262	6 86 44	17 984 728	16,1864	6,3988	5,56834	3,81679	823,10	5 39 12,9	262
263	6 91 69	18 191 447	16,2173	6,4070	5,57215	3,80228	826,24	5 43 25,2	263
264	6 96 96	18 399 744	16,2481	6,4151	5,57595	3,78788	829,38	5 47 39,1	264
265	7 02 25	18 609 625	16,2788	6,4232	5,57973	3,77358	832,52	5 51 54,6	265
266	7 07 56	18 821 096	16,3095	6,4312	5,58350	3,75940	835,66	5 55 71,6	266
267	7 12 89	19 034 163	16,3401	6,4393	5,58725	3,74532	838,81	5 59 90,2	267
268	7 18 24	19 248 832	16,3707	6,4473	5,59099	3,73134	841,95	5 64 10,4	268
269	7 23 61	19 465 109	16,4012	6,4553	5,59471	3,71747	845,09	5 68 32,2	269
270	7 29 00	19 683 000	16,4317	6,4633	5,59842	3,70370	848,23	5 72 55,5	270
271	7 34 41	19 902 511	16,4621	4,4713	5,60212	3,69004	851,37	5 76 80,4	271
272	7 39 84	20 123 648	16,4924	6,4792	5,60580	3,67647	854,51	5 81 06,9	272
273	7 45 29	20 346 417	16,5227	6,4872	5,60947	3,66300	857,65	5 85 34,9	273
274	7 50 76	20 570 824	16,5529	6,4951	5,61313	3,64964	860,80	5 89 64,6	274
275	7 56 25	20 796 875	16,5831	6,5030	5,61677	3,63636	863,94	5 93 95,7	275
276	7 61 76	21 024 576	16,6132	6,5108	5,62040	3,62319	867,08	5 98 28,5	276
277	7 67 29	21 253 933	16,6433	6,5187	5,62402	3,61011	870,22	6 02 62,8	277
278	7 72 84	21 484 952	16,6733	6,5265	5,62762	3,59712	873,36	6 06 98,7	278
279	7 78 41	21 717 639	16,7033	6,5343	5,63121	3,58423	876,50	6 11 36,2	279
280	7 84 00	21 925 000	16,7332	6,5421	5,63479	3,57143	879,65	6 15 75,2	280

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
280	7 84 00	21 952 000	16,7332	6,5421	5,63479	3,57143	879 65	6 15 75,2	**280**
281	7 89 61	22 188 041	16,7631	6,5499	5,63835	3,55872	882,79	6 20 15,8	**281**
282	7 95 24	22 425 768	16,7929	6,5577	5,64191	3,54610	885,93	6 24 58,0	**282**
283	8 00 89	22 665 187	16,8226	6,5654	5,64545	3,53357	889,07	6 29 01,8	**283**
284	8 06 56	22 906 304	16,8523	6,5731	5,64897	3,52113	892,21	6 33 47,1	**284**
285	8 12 25	23 149 125	16,8819	6,5808	5,65249	3,50877	895,35	6 37 94,0	285
286	8 17 96	23 393 656	16,9115	6,5885	5,65599	3,49650	898,50	6 42 42,4	286
287	8 23 69	23 639 903	16,9411	6,5962	5,65948	3,48432	901,64	6 46 92,5	287
288	8 29 44	23 887 872	16,9706	6,6039	5,66296	3,47222	904,78	6 51 44,1	288
289	8 35 21	24 137 569	17,0000	6,6115	5,66643	3,46021	907,92	6 55 97,2	289
290	8 41 00	24 389 000	17,0294	6,6191	5,66988	3,44828	911,06	6 60 52,0	**290**
291	8 46 81	24 642 171	17,0587	6,6267	5,67332	3,43643	914,20	6 65 08,3	291
292	8 52 64	24 897 088	17,0880	6,6343	5,67675	3,42466	917,35	6 69 66,2	292
293	8 58 49	25 153 757	17,1172	6,6419	5,68017	3,41297	920,49	6 74 25,6	293
294	8 64 36	25 412 184	17,1464	6,6494	5,68358	3,40136	923,63	6 78 86,7	294
295	8 70 25	25 672 375	17,1756	6,6569	5,68698	3,38983	926,77	6 83 49,3	295
296	8 76 16	25 934 336	17,2047	6,6644	5,69036	3,37838	929,91	6 88 13,4	296
297	8 82 09	26 198 073	17,2337	6,6719	5,69373	3,36700	933,05	6 92 79,2	297
298	8 88 04	26 463 592	17,2627	6,6794	5,69709	3,35570	936,19	6 97 46,5	298
299	8 94 01	26 730 899	17,2916	6,6869	5,70044	3,34448	939,34	7 02 15,4	299
300	9 00 00	27 000 000	17,3205	6,6943	5,70378	3,33333	942,48	7 06 85,8	**300**
301	9 06 01	27 270 901	17,3494	6,7018	5,70711	3,32226	945,62	7 11 57,9	301
302	9 12 04	27 543 608	17,3781	6,7092	5,71043	3,31126	948,76	7 16 31,5	302
303	9 18 09	27 818 127	17,4069	6,7166	5,71373	3,30033	951,90	7 21 06,6	303
304	9 24 16	28 094 464	17,4356	6,7240	5,71703	3,28947	955,04	7 25 83,4	304
305	9 30 25	28 372 625	17,4642	6,7313	5,72031	3,27869	958,19	7 30 61,7	305
306	9 36 36	28 652 616	17 4929	6,7387	5,72359	3,26797	961,33	7 35 41,5	306
307	9 42 49	28 934 443	17,5214	6,7460	5,72685	3,25733	964,47	7 40 23,0	307
308	9 48 64	29 218 112	17,5499	6,7533	5,73010	3,24675	967,61	7 45 06,0	308
309	9 54 81	29 503 629	17,5784	6,7606	5,73334	3,23625	970,75	7 49 90,6	309
310	9 61 00	29 791 000	17,6068	6,7679	5,73657	3,22581	973,89	7 54 76,8	**310**
311	9 67 21	30 080 231	17,6352	6,7752	5,73979	3,21543	977,04	7 59 64,5	311
312	9 73 44	30 371 328	17,6635	6,7824	5,74300	3,20513	980,18	7 64 53,8	312
313	2 79 69	30 664 297	17,6918	6,7897	5,74620	3,19489	983,32	7 69 44,7	313
314	9 85 96	30 959 144	17,7200	6,7969	5,74939	3,18471	986,46	7 74 37,1	314
315	9 92 25	31 255 875	17,7482	6,8041	5,75257	3,17460	989,60	7 79 31,1	315
316	9 98 56	31 554 496	17,7764	6,8113	5,75574	3,16456	992,74	7 84 26,7	316
317	10 04 89	31 855 013	17,8045	6,8185	5,75890	3,15457	995,88	7 89 23,9	317
318	10 11 24	32 157 432	17,8326	6,8256	5,76205	3,14465	999,03	7 94 22,6	318
319	10 17 61	32 461 759	17,8608	6,8328	5,76519	3,13480	1002,2	7 99 22,9	319
320	10 24 00	32 768 000	17,8885	6,8399	5,76832	3,12500	1005,3	8 04 24,8	**320**

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
320	10 24 00	32 768 000	17,8885	6,8399	5,76832	3,12500	1005,3	8 04 24,8	320
321	10 30 41	33 076 161	17,9165	6,8470	5,77144	3,11526	1008,5	8 09 28,2	321
322	10 36 84	33 386 248	17,9444	6,8541	5,77455	3,10559	1011,6	8 14 33,2	322
323	10 43 29	33 698 267	17,9722	6,8612	5,77765	3,09598	1014,7	8 19 39,8	323
324	10 49 76	34 012 224	18,0000	6,8683	5,78074	3,08642	1017,9	8 24 48,0	324
325	10 56 25	34 328 125	18,0278	6,8753	5,78383	3,07692	1021,0	8 29 57,7	325
326	10 62 76	34 645 976	18,0555	6,8824	5,78690	3,06748	1024,2	8 34 69,0	326
327	10 69 29	34 965 783	18,0831	6,8894	5,78996	3,05810	1027,3	8 39 81,8	327
328	10 75 84	35 287 552	18,1108	6,8964	5,79301	3,04878	1030,4	8 44 96,3	328
329	10 82 41	35 611 289	18,1384	6,9034	5,79606	3,03951	1033,6	8 50 12,3	329
330	10 89 00	35 937 000	18,1659	6,9104	5,79909	3,03030	1036,7	8 55 29,9	330
331	10 95 61	36 264 691	18,1934	6,9174	5,80212	3,02115	1039,9	8 60 49,0	331
332	11 02 24	36 594 368	18,2209	6,9244	5,80513	3,01205	1043,0	8 65 69,7	332
333	11 08 89	36 926 037	18,2483	6,9313	5,80814	3,00300	1046,2	8 70 92,0	333
334	11 15 56	37 259 704	18,2757	6,9382	5,81114	2,99401	1049,3	8 76 15,9	334
335	11 22 25	37 595 375	18,3030	6,9451	5,81413	2,98507	1052,4	8 81 41,3	335
336	11 28 96	37 933 056	18,3303	6,9521	5,81711	2,97619	1055,6	8 86 68,3	336
337	11 35 69	38 272 753	18,3576	6,9589	5,82008	2,96736	1058,7	8 91 96,9	337
338	11 42 44	38 614 472	18,3848	6,9658	5,82305	2,95858	1061,9	8 97 27,0	338
339	11 49 21	38 958 219	18,4120	6,9727	5,82600	2,94985	1065,0	9 02 58,7	339
340	11 56 00	39 304 000	18,4391	6,9795	5,82895	2,94118	1068,1	9 07 92,0	340
341	11 62 81	39 651 821	18,4662	6,9864	5,83188	2,93225	1071,3	9 13 26,9	341
342	11 69 64	40 001 688	18,4932	6,9932	5,83481	2,92398	1074,4	9 18 63,3	342
343	11 76 49	40 353 607	18,5203	7,0000	5,83773	2,91545	1077,6	9 24 01,3	343
344	11 83 36	40 707 584	18,5472	7,0068	5,84064	2,90698	1080,7	9 29 40,9	344
345	11 90 25	41 063 625	18,5742	7,0136	5,84354	2,89855	1083,8	9 34 82,0	345
346	11 97 16	41 421 736	18,6011	7,0203	5,84644	2,89017	1087,0	9 40 24,7	346
347	12 04 09	41 781 923	18,6279	7,0271	5,84932	2,88184	1090,1	9 45 69,0	347
348	12 11 04	42 144 192	18,6548	7,0338	5,85220	2,87356	1093,3	9 51 14,9	348
349	12 18 01	42 508 549	18,6815	7,0406	5,85507	2,86533	1096,4	9 56 62,3	349
350	12 25 00	42 875 000	18,7083	7,0473	5,85793	2,85714	1099,6	9 62 11,3	350
351	12 32 01	43 243 551	18,7350	7,0540	5,86079	2,84900	1102,7	9 67 61,8	351
352	12 39 04	43 614 208	18,7617	7,0607	5,86363	2,84091	1105,8	9 73 14,0	352
253	12 46 09	43 986 977	18,7883	7,0674	5,86647	2,83286	1109,0	9 78 67,7	353
354	12 53 16	44 362 864	18,8149	7,0740	5,86930	2,82486	1112,1	9 84 23,0	354
355	12 60 25	44 738 875	18,8414	7,0807	5,87212	2,81690	1115,3	9 89 79,8	355
356	12 67 36	45 118 016	18,8680	7,0873	5,87493	2,80899	1118,4	9 95 38,2	356
357	12 74 49	45 499 293	18,8944	7,0940	5,87774	2,80112	1121,5	10 00 98	357
358	12 81 64	45 882 712	18,9209	7,1006	5,88053	2,79330	1124,7	10 06 60	358
359	12 88 81	46 268 279	18,9473	7,1072	5,88332	2,78552	1127,8	10 12 23	359
360	12 96 00	46 656 000	18,7737	7,1138	5,88610	2,77778	1131,0	10 17 85	360

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
360	12 96 00	46 656 000	18,9737	7,1138	5,88610	2,77778	1131,0	10 17 88	**360**
361	13 03 21	47 045 881	19,0000	7,1204	5,88888	2,77008	1134,1	10 23 54	361
362	13 10 44	47 437 928	19,0263	7,1269	5,89164	2,76243	1137,3	10 29 22	362
363	13 17 69	47 832 147	19,0526	7,1335	5,89440	2,75482	1140,4	10 34 91	363
364	13 24 96	48 228 544	19,0788	7,1400	5,89715	2,74725	1143,5	10 40 62	364
365	13 32 25	48 627 125	19,1050	7,1466	5,89990	2,73973	1146,7	10 46 35	365
366	13 39 56	49 027 896	19,1311	7,1531	5,90263	2,73224	1149,8	10 52 09	366
367	13 46 89	49 430 863	19,1572	7,1596	5,90536	2,72480	1153,0	10 57 84	367
368	13 54 24	49 836 032	19,1833	7,1661	5,90808	2,71739	1156,1	10 63 62	368
369	13 61 61	50 243 409	19,2094	7,1726	5,91080	2,71003	1159,2	10 69 41	369
370	13 69 00	50 653 000	19,2354	7,1791	5,91350	2,70270	1162,4	10 75 21	**370**
371	13 76 41	51 064 811	19,2614	7,1855	5,91620	2,69542	1165,5	10 81 03	371
372	13 83 84	51 478 848	19,2873	7,1920	5,91889	2,68817	1168,7	10 86 87	372
373	13 91 29	51 895 117	19,3132	7,1984	5,92158	2,68097	1171,8	10 92 72	373
374	13 98 76	52 313 624	19,3391	7,2048	5,92426	2,67380	1175,0	10 98 58	374
375	14 06 25	52 734 375	19,3649	7,2112	5,92693	2,66667	1178,1	11 04 47	375
376	14 13 76	53 157 376	19,3907	7,2177	5,92959	2,65957	1181,2	11 10 36	376
377	14 21 29	53 582 633	19,4165	7,2240	5,93225	2,65252	1184,4	11 16 28	377
378	14 28 84	54 010 152	19,4422	7,2304	5,93489	2,64550	1187,5	11 22 21	378
379	14 36 41	54 439 939	19,4679	7,2368	5,93754	2,63852	1190,7	11 28 15	379
380	14 44 00	54 872 000	19,4936	7,2432	5,94017	2,63158	1193,8	11 34 11	**380**
381	14 51 61	55 306 341	19,5192	7,2495	5,94280	2,62467	1196,9	11 40 09	381
382	14 59 24	55 742 968	19,5448	7,2558	5,94542	2,61780	1200,1	11 46 08	382
383	14 66 89	56 181 887	19,5704	7,2622	5,94803	2,61097	1203,2	11 52 09	383
384	14 74 56	56 623 104	19,5959	7,2685	5,95064	2,60417	1206,4	11 58 12	384
385	14 82 25	57 066 625	19,6214	7,2748	5,95324	2,59740	1209,5	11 64 16	385
386	14 89 96	57 512 456	19,6469	7,2811	5,95584	2,59067	1212,7	11 70 21	386
387	14 97 69	57 960 603	19,6723	7,2874	5,95842	2,58398	1215,8	11 76 28	387
388	15 05 44	58 411 072	19,6977	7,2936	5,96101	2,57732	1218,9	11 82 37	388
389	15 13 21	58 863 869	19,7231	7,2999	5,96358	2,57069	1222,1	11 88 47	389
390	15 21 00	59 319 000	19,7484	7,3061	5,96615	2,56410	1225,2	11 94 59	**390**
391	15 28 81	59 776 471	19,7737	7,3124	5,96871	2,55754	1228,4	12 00 72	391
392	15 36 64	60 236 288	19,7990	7,3186	5,97126	2,55102	1231,5	12 06 87	392
393	15 44 49	60 698 457	19,8242	7,3248	5,97381	2,54453	1234,6	12 13 04	393
394	15 52 36	61 162 984	19,8494	7,3310	5,97635	2,53807	1237,8	12 19 22	394
395	15 60 25	61 629 875	19,8746	7,3372	5,97889	2,53165	1240,9	12 25 42	395
396	15 68 16	62 099 136	19,8997	7,3434	5,98141	2,52525	1244,1	12 31 63	396
397	15 76 09	62 570 773	19,9249	7,3496	5,98394	2,51889	1247,2	12 37 86	397
398	15 84 04	63 044 792	19,9499	7,3558	5,98645	2,51256	1250,4	12 44 10	398
399	15 92 01	63 521 199	19,9750	7,3619	5,98896	2,50627	1253,5	12 50 36	399
400	16 00 00	64 000 000	20,0000	7,3681	5,99146	2,50000	1256,6	12 56 64	**400**

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
400	16 00 00	64 000 000	20,0000	7,3681	5,99146	2,50000	1256,6	12 56 64	400
401	16 08 01	64 481 201	20,0250	7,3742	5,99396	2,49377	1259,8	12 62 93	401
402	16 16 04	64 964 808	20,0499	7,3803	5,99645	2,48756	1262,9	12 69 23	402
403	16 24 09	65 450 827	20,0749	7,3864	5,99894	2,48139	1266,1	12 75 56	403
404	16 32 16	65 939 264	20,0998	7,3925	6,00141	2,47525	1269,2	12 81 90	404
405	16 40 25	66 430 125	20,1246	7,3986	6,00389	2,46914	1272,3	12 88 25	405
406	16 48 36	66 923 416	20,1494	7,4047	6,00635	2,46305	1275,5	12 94 62	406
407	16 56 49	67 419 143	20,1742	7,4108	6,00881	2,45700	1278,6	13 01 00	407
408	16 64 64	67 917 312	20,1990	7,4169	6,01127	2,45098	1281,8	13 07 41	408
409	16 72 81	68 417 929	20,2237	7,4229	6,01372	2,44499	1284,9	13 13 82	409
410	16 81 00	68 921 000	20,2485	7,4290	6,01616	2,43902	1288,1	13 20 25	410
411	16 89 21	69 426 531	20,2731	7,4350	6,01859	2,43309	1291,2	13 26 70	411
412	16 97 44	69 934 528	20 2978	7,4410	6,02102	2,42718	1294,3	13 33 17	412
413	17 05 69	70 444 997	20,3224	7,4470	6,02345	2,42131	1297,5	13 39 65	413
414	17 13 96	70 957 944	20,3470	7,4530	6,02587	2,41546	1300,6	13 46 14	414
415	17 22 25	71 473 375	20,3715	7,4590	6,02828	2,40964	1303,8	13 52 65	415
416	17 30 56	71 991 296	20,3961	7,4650	6,03069	2,40385	1306,9	13 59 18	416
417	17 38 89	72 511 713	20,4206	7,4710	6,03309	2,39808	1310,0	13 65 72	417
418	17 47 24	73 034 632	20,4450	7,4770	6,03548	2,39234	1313,2	13 72 28	418
419	17 55 61	73 560 059	20,4695	7,4829	6,03787	2,38663	1316,3	13 78 85	419
420	17 64 00	74 088 000	20,4939	7,4889	6,04025	2,38095	1319,5	13 85 44	420
421	17 72 41	74 618 461	20,5183	7,4948	6,04263	2,37530	1322,6	13 92 05	421
422	17 80 84	75 151 448	20,5426	7,5007	6,04501	2,36967	1325,8	13 98 67	422
423	17 89 29	75 686 967	20,5670	7,5067	6,04737	2,36407	1328,9	14 05 31	423
424	17 97 76	76 225 024	20,5913	7,5126	6,04973	2,35849	1332,0	14 11 96	424
425	18 06 25	76 765 625	20,6155	7,5185	6,05209	2,35294	1335,2	14 18 63	425
426	18 14 76	77 308 776	20,6398	7,5244	6,05444	2,34742	1338,2	14 25 31	426
427	18 23 29	77 854 483	20,6640	7,5302	6,05678	2,34192	1341,5	14 32 01	427
428	18 31 84	78 402 752	20,6882	7,5361	6,05912	2,33645	1344,6	14 38 72	428
429	18 40 41	78 953 589	20,7123	7,5420	6,06146	2,33100	1347,7	14 45 45	429
430	18 49 00	79 507 000	20,7364	7,5478	6,06379	2,32558	1350,9	14 52 20	430
431	18 57 61	80 062 991	20,7605	7,5537	6,06611	2,32019	1354,0	14 58 96	431
432	18 66 24	80 621 568	20,7846	7,5595	6,06843	2,31481	1357,2	14 65 74	432
433	18 74 89	81 182 737	20,8087	7,5654	6,07074	2,30947	1360,3	14 72 54	433
434	18 83 56	81 746 504	20,8327	7,5712	6,07304	2,30415	1363,5	14 79 34	434
435	18 92 25	82 312 875	20,8567	7,5770	6,07535	2,29885	1366,6	14 86 17	435
436	19 00 96	82 881 856	20,8806	7,5828	6,07764	2,29358	1369,7	14 93 01	436
437	19 09 69	83 453 453	20,9045	7,5886	6,07993	2,28833	1372,9	14 99 87	437
438	19 18 44	84 027 672	20,9284	7,5944	6,08222	2,28311	1376,0	15 06 74	438
439	19 27 21	84 604 519	20,9523	7,6001	6,08450	2,27790	1379,2	15 13 63	439
440	19 36 00	85 184 000	20,9762	7,6059	6,08677	2,27273	1382,3	15 20 53	440

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
440	19 36 00	85 184 000	20,9762	7,6059	6,08677	2,27273	1382,3	15 20 53	440
441	19 44 81	85 766 121	21,0000	7,6117	6,08904	2,26757	1385,4	15 27 45	441
442	19 53 64	86 350 888	21,0238	7,6174	6,09131	2,26244	1388,6	15 34 39	442
443	19 62 49	86 938 307	21,0476	7,6232	6,09357	2,25734	1391,7	15 41 34	443
444	19 71 36	87 528 384	21,0713	7,6289	6,09582	2,25225	1394,9	15 48 30	444
445	19 80 25	88 121 125	21,0950	7,6346	6,09807	2,24719	1398,0	15 55 28	445
446	19 89 16	88 716 536	21,1187	7,6403	6,10032	2,24215	1401,2	15 62 28	446
447	19 98 09	89 314 623	21,1424	7,6460	6,10256	2,23714	1404,3	15 69 30	447
448	20 07 04	89 915 392	21,1660	7,6517	6,10479	2,23214	1407,4	15 76 33	448
449	20 16 01	90 518 849	21,1896	7,6574	6,10702	2,22717	1410,6	15 83 37	449
450	20 25 00	91 125 000	21,2132	7,6631	6,10925	2,22222	1413,7	15 90 43	450
451	20 34 01	91 733 851	21,2368	7,6688	6,11147	2,21729	1416,9	15 97 51	451
452	20 43 04	92 345 408	21,2603	7,6744	6,11368	2,21239	1420,0	16 04 60	452
453	20 52 09	92 959 677	21,2838	7,6801	6,11589	2,20751	1423,1	16 11 71	453
454	20 61 16	93 576 664	21,3073	7,6857	6,11810	2,20264	1426,3	16 18 83	454
455	20 70 25	94 196 375	21,3307	7,6914	6,12030	2,19780	1429,4	16 25 97	455
456	20 79 36	94 818 816	21,3542	7,6970	6,12249	2,19298	1432,6	16 33 13	456
457	20 88 49	95 443 993	21,3776	7,7026	6,12468	2,18818	1435,7	16 40 30	457
458	20 97 64	96 071 912	21,4009	7,7082	6,12687	2,18341	1438,8	16 47 48	458
459	21 06 81	96 702 579	21,4243	7,7138	6,12905	2,17865	1442,0	16 54 68	459
460	21 16 00	97 336 000	21,4476	7,7194	6,13123	2,17391	1445,1	16 61 90	460
461	21 25 21	97 972 181	21,4709	7,7250	6,13340	2,16920	1448,3	16 69 14	461
462	21 34 44	98 611 128	21,4942	7,7306	6,13556	2,16450	1451,4	16 76 39	462
463	21 43 69	99 252 847	21,5174	7,7362	6,13773	2,15983	1454,6	16 83 65	463
464	21 52 96	99 897 344	21,5407	7,7418	6,13988	2,15517	1457,7	16 90 93	464
465	21 62 25	100 544 625	21,5639	7,7473	6,14204	2,15054	1460,8	16 98 23	465
466	21 71 56	101 194 696	21,5870	7,7529	6,14419	2,14592	1464,0	17 05 54	466
467	21 80 89	101 847 563	21,6102	7,7584	6,14633	2,14133	1467,1	17 12 87	467
468	21 90 24	102 503 232	21,6333	7,7639	6,14847	2,13675	1470,3	17 20 21	468
469	21 99 61	103 161 709	21,6564	7,7695	6,15060	2,13220	1473,4	17 27 57	469
470	22 09 00	103 823 000	21,6795	7,7750	6,15273	2,12766	1476,5	17 34 94	470
471	22 18 41	104 487 111	21,7025	7,7805	6,15486	2,12314	1479,7	17 42 34	471
472	22 27 84	105 154 048	21,7256	7,7860	6,15698	2,11864	1482,8	17 49 74	472
473	22 37 29	105 823 817	21,7486	7,7915	6,15910	2,11416	1486,0	17 57 16	473
474	22 46 76	106 496 424	21,7715	7,7970	6,16121	2,10970	1489,1	17 64 60	474
475	22 56 25	107 171 875	21,7945	7,8025	6,16331	2,10526	1492,3	17 72 05	475
476	22 65 76	107 850 176	21,8174	7,8079	6,16542	2,10084	1495,4	17 79 52	476
477	22 75 29	108 531 333	21,8403	7,8134	6,16752	2,09644	1498,5	17 87 01	477
478	22 84 84	109 215 352	21,8632	7,8188	6,16961	2,09205	1501,7	17 94 51	478
479	22 94 41	109 902 239	21,8861	7,8243	6,17170	2,08768	1504,8	18 02 03	479
480	23 04 00	110 592 000	21,9089	7,8297	6,17379	2,08333	1508,9	18 09 56	480

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
480	23 04 00	110 592 000	21,9089	7,8297	6,17379	2,08333	1508,0	18 09 56	480
481	23 13 61	111 284 641	21,9317	7,8352	6,17587	2,07900	1511,1	18 17 11	481
482	23 23 24	111 980 168	21,9545	7,8406	6,17794	2,07469	1514,2	18 24 67	482
483	23 32 89	112 678 587	21,9773	7,8460	6,18002	2,07039	1517,4	18 32 25	483
484	23 42 56	113 379 904	22,0000	7,8514	6,18208	2,06612	1520,5	18 39 84	484
485	23 52 25	114 084 125	22,0227	7,8568	6,18415	2,06186	1523,7	18 47 45	485
486	23 61 96	114 791 256	22,0454	7,8622	6,18621	2,05761	1526,8	18 55 08	486
487	23 71 69	115 501 303	22,0681	7,8676	6,18826	2,05339	1530,0	18 62 72	487
488	23 81 44	116 214 272	22,0907	7,8730	6,19032	2,04918	1533,1	18 70 38	488
489	23 91 21	116 930 169	22,1133	7,8784	6,19236	2,04499	1536,2	18 78 05	489
490	24 01 00	117 649 000	22,1359	7,8837	6,19441	2,04082	1539,4	18 85 74	490
491	24 10 81	118 370 771	22,1585	7,8891	6,19644	2,03666	1542,5	18 93 45	491
492	24 20 64	119 095 488	22,1811	7,8944	6,19848	2,03252	1545,7	19 01 17	492
493	24 30 49	119 823 157	22,2036	7,8998	6,20051	2,02840	1548,8	79 08 90	493
494	24 40 36	120 553 784	22,2261	7,9051	6,20254	2,02429	1551,9	19 16 65	494
495	24 50 25	121 287 375	22,2486	7,9105	6,20456	2,02020	1555,1	19 24 42	495
496	24 60 16	122 023 936	22,2711	7,9158	6,20658	2,01613	1558,2	19 32 21	496
497	24 70 09	122 763 473	22,2935	7,9211	6,20859	2,01207	1561,4	19 40 00	497
498	24 80 04	123 505 992	23,3159	7,9264	6,21060	2,00803	1564,5	19 47 82	498
499	24 90 01	124 251 499	22,3383	7,9317	6,21261	2,00401	1567,7	19 55 65	499
500	25 00 00	125 000 000	22,3607	7,9370	6,21461	2,00000	1570,8	19 63 50	500
501	25 10 01	125 751 501	22,3830	7,9423	6,21661	1,99601	1573,9	19 71 36	501
502	25 20 04	126 506 008	22,4054	7,9476	6,21860	1,99203	1577,1	19 79 23	502
503	25 30 09	127 263 527	22,4277	7,9528	6,22059	1,98807	1580,2	19 87 13	503
504	25 40 16	128 024 064	22,4499	7,9581	6,22258	1,98413	1583,4	19 95 04	504
505	25 50 25	128 787 625	22,4722	7,9634	6,22456	1,98020	1586,5	20 02 96	505
506	25 60 36	129 554 216	22,4944	7,9686	6,22654	1,97628	1589,6	20 10 90	506
507	25 70 49	130 323 843	22,5167	7,9739	6,22851	1,97239	1592,8	20 18 86	507
508	25 80 64	131 096 512	22,5389	7,9791	6,23048	1,96850	1595,9	20 26 83	508
509	25 90 81	131 872 229	22,5610	7,9843	6,23245	1,96464	1599,1	20 34 82	509
510	26 01 00	132 651 000	22,5832	7,9896	6,23441	1,96078	1602,2	20 42 82	510
511	26 11 21	133 432 831	22,6053	7,9948	6,23637	1,95695	1605,4	20 50 84	511
512	26 21 44	134 217 728	22,6274	8,0000	6,23832	1,95312	1608,5	20 58 87	512
513	26 31 69	135 005 697	22,6495	8,0052	6,24028	1,94932	1611,6	20 66 92	513
514	26 41 96	135 796 744	22,6716	8,0104	6,24222	1,94553	1614,8	20 74 99	514
515	26 52 25	136 590 875	22,6936	8,0156	6,24417	1,94175	1617,9	20 83 07	515
516	26 62 56	137 388 096	22,7156	8,0208	6,24611	1,93798	1621,1	20 91 17	516
517	26 72 89	138 188 413	22,7376	8,0260	6,24804	1,93424	1624,2	20 99 28	517
518	26 83 24	138 991 832	22,7596	8,0311	6,24998	1,93050	1627,3	21 07 41	518
519	26 93 61	139 798 359	22,7816	8,0363	6,25190	1,92678	1630,5	21 15 56	519
520	27 04 00	140 608 000	22,8035	8,0415	6,25383	1,92308	1633,6	21 23 72	520

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
520	27 04 00	140 608 000	22,8035	8,0415	6,25383	1,92308	1633,6	21 23 72	520
521	27 14 41	141 420 761	22,8254	8,0466	6,25575	1,91939	1636,8	21 31 89	521
522	27 24 84	142 236 648	22,8473	8,0517	6,25767	1,91571	1639,9	21 40 08	522
523	27 35 29	143 055 667	22,8692	8,0569	6,25958	1,91205	1643,1	21 48 29	523
524	27 45 76	143 877 824	22,8910	8,0620	6,26149	1,90840	1646,2	21 56 51	524
525	27 56 25	144 703 125	22,9129	8,0671	6,26340	1,90476	1649,3	21 64 75	525
526	27 66 76	145 531 576	22,9347	8,0723	6,26530	1,90114	1652,5	21 73 01	526
527	27 77 29	146 363 183	22,9565	8,0774	6,26720	1,89753	1655,6	21 81 28	527
528	27 87 84	147 197 952	22,9783	8,0825	6,26910	1,89394	1658,8	21 89 56	528
529	27 98 41	148 035 889	23,0000	8,0876	6,27099	1,89036	1661,9	21 97 87	529
530	28 09 00	148 877 000	23,0217	8,0927	6,27288	1,88679	1665,0	22 06 18	530
531	28 19 61	149 721 291	23,0434	8,0978	6,27476	1,88324	1668,2	22 14 52	531
532	28 30 24	150 568 768	23,0651	8,1028	6,27664	1,87970	1671,3	22 22 87	532
533	28 40 89	151 419 437	23,0868	8,1079	6,27852	1,87617	1674,5	22 31 23	533
534	28 51 56	152 273 304	23,1084	8,1130	6,28040	1,87266	1677,6	22 39 61	534
535	28 62 25	153 130 375	23,1301	8,1180	6,28227	1,86916	1680,8	22 48 01	535
536	28 72 96	153 990 658	23,1517	8,1231	6,28413	1,86567	1683,9	22 56 42	536
537	28 83 69	154 854 153	23,1733	8,1281	6,28600	1,86220	1687,0	22 64 84	537
538	28 94 44	155 720 872	23,1948	8,1332	6,28786	1,85874	1690,2	22 73 29	538
539	29 05 21	156 590 819	23,2164	8,1382	6,28972	1,85529	1693,3	22 81 75	539
540	29 16 00	157 464 000	23,2379	8,1433	6,29157	1,85185	1696,5	22 90 22	540
541	29 26 81	158 340 421	23,2594	8,1483	6,29342	1,84843	1699,6	22 98 71	541
542	29 37 64	159 220 088	23,2809	8,1533	6,29527	1,84502	1702,7	23 07 22	542
543	29 48 49	160 103 007	23,3024	8,1583	6,29711	1,84162	1705,9	23 15 74	543
544	29 59 36	160 989 184	23,3238	8,1633	6,29895	1,83824	1709,0	23 24 28	544
545	29 70 25	161 878 625	23,3452	8,1683	6,30079	1,83486	1712,2	23 32 83	545
546	29 81 16	162 771 336	23,3066	8,1733	6,30262	1,83150	1715,3	23 41 40	546
547	29 92 09	163 667 323	23,3880	8,1783	6,30445	1,82815	1718,5	23 49 98	547
548	30 03 04	164 566 592	23,4094	8,1833	6,30628	1,82482	1721,6	23 58 58	548
549	30 14 01	165 469 149	23,4307	8,1882	6,30810	1,82149	1724,7	23 67 20	549
550	30 25 00	166 375 000	23,4521	8,1932	6,30992	1,81818	1727,9	23 75 83	550
551	30 36 01	167 284 151	23,4734	8,1982	6,31173	1,81488	1731,0	23 84 48	551
552	30 47 04	168 196 608	23,4947	8,2031	6,31355	1,81159	1734,2	23 93 14	552
553	30 58 09	169 112 377	23,5160	8,2081	6,31536	1,80832	1737,3	24 01 82	553
554	30 69 16	170 031 464	23,5372	8,2130	6,31716	1,80505	1740,4	24 10 51	554
555	30 80 25	170 953 875	23,5584	8,2180	6,31897	1,80180	1743,6	24 19 22	555
556	30 91 36	171 879 616	23,5797	8,2229	6,32077	1,79856	1746,7	24 27 95	556
557	31 02 49	172 808 693	23,6008	8,2278	6,32257	1,79533	1749,9	24 36 69	557
558	31 13 64	173 741 112	23,6220	8,2327	6,32436	1,79211	1753,0	24 45 45	558
559	31 24 81	174 676 879	23,6432	8,2377	6,32615	1,78891	1756,2	24 54 22	559
560	31 36 00	175 616 000	23,6643	8,2426	6,32794	1,78571	1759,3	24 63 01	560

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}\,10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
560	31 36 00	175 616 000	23,6643	8,2426	6,32794	1,78571	1759,3	24 63 01	560
561	31 47 21	176 558 481	23,6854	8,2475	6,32972	1,78253	1762,4	24 71 81	561
562	31 58 44	177 504 328	23,7065	8,2524	6,33150	1,77936	1765,6	24 80 63	562
563	31 69 69	178 453 547	23,7276	8,2573	6,33328	1,77620	1768,7	24 89 47	563
564	31 80 96	179 406 144	23,7487	8,2621	6,33505	1,77305	1771,9	24 98 32	564
565	31 92 25	180 362 125	23,7697	8,2670	6,33683	1,76991	1775,0	25 07 19	565
566	32 03 56	181 321 496	23,7908	8,2719	6,33859	1,76678	1778,1	25 16 07	566
567	32 14 89	182 284 263	23,8118	8,2768	6,34036	1,76367	1781,3	25 24 97	567
568	32 26 24	183 250 432	23,8328	8,2816	6,34212	1,76056	1784,4	25 33 88	568
569	32 37 61	184 220 009	23,8537	8,2865	6,34388	1,75747	1787,6	25 42 81	569
570	32 49 00	185 193 000	23,8747	8,2913	6,34564	1,75439	1790,7	25 51 76	570
571	32 60 41	186 169 411	23,8956	8,2962	6,34739	1,75131	1793,8	25 60 72	571
572	32 71 84	187 149 248	23,9165	8,3010	6,34914	1,74825	1797,0	25 69 70	572
573	32 83 29	188 132 517	23,9374	8,3059	6,35089	1,74520	1800,1	25 78 69	573
574	32 94 76	189 119 224	23,9583	8,3107	6,35263	1,74216	1803,3	25 87 70	574
575	33 06 25	190 109 375	23,9792	8,3155	6,35437	1,73913	1806,4	25 96 72	575
576	33 17 76	191 102 976	24,0000	8,3203	6,35611	1,73611	1809,6	26 05 76	576
577	33 29 29	192 100 033	24,0208	8,3251	6,35784	1,73310	1812,7	26 14 82	577
578	33 40 84	193 100 552	24,0416	8,3300	6,35957	1,73010	1815,8	26 23 89	578
579	33 52 41	194 104 539	24,0624	8,3348	6,36130	1,72712	1819,0	26 32 98	579
580	33 64 00	195 112 000	24,0832	8,3396	6,36303	1,72414	1822,1	26 42 08	580
581	33 75 61	196 122 941	24,1039	8,3443	6,36475	1,72117	1825,3	26 51 20	581
582	33 87 24	197 137 368	24,1247	8,3491	6,36647	1,71821	1828,4	26 60 33	582
583	33 98 89	198 155 287	24,1454	8,3539	6,36819	1,71527	1831,5	26 69 48	583
584	34 10 56	199 176 704	24,1661	8,3587	6,36990	1,71233	1834,7	26 78 65	584
585	34 22 25	200 201 625	24,1868	8,3634	6,37161	1,70940	1837,8	26 87 83	585
586	34 33 96	201 230 056	24,2074	8,3682	6,37332	1,70648	1841,0	26 97 03	586
587	34 45 69	202 262 003	24,2281	8,3730	6,37502	1,70358	1844,1	27 06 24	587
588	34 57 44	203 297 472	24,2487	8,3777	6,37673	1,70068	1847,3	27 15 47	588
589	34 69 21	204 336 469	24,2693	8,3825	6,37843	1,69779	1850,4	27 24 71	589
590	34 81 00	205 379 000	24,2899	8,3872	6,38012	1,69492	1853,5	27 33 97	590
591	34 92 81	206 425 071	24,3105	8,3919	6,38182	1,69205	1856,7	27 43 25	591
592	35 04 64	207 474 688	24,3311	8,3967	6,38351	1,68919	1859,8	27 52 54	592
593	35 16 49	208 527 857	24,3516	8,4014	6,38519	1,68634	1863,0	27 61 84	593
594	35 28 36	209 584 584	24,3721	8,4061	6,38688	1,68350	1866,1	27 71 17	594
595	35 40 25	210 644 875	24,3926	8,4108	6,38856	1,68067	1869,2	27 80 51	595
596	35 52 16	211 708 736	24,4131	8,4155	6,39024	1,67785	1872,4	27 89 86	596
597	35 64 09	212 776 173	24,4336	8,4202	6,39192	1,67504	1875,5	27 99 23	597
598	35 76 04	213 847 192	24,4540	8,4249	6,39359	1,67224	1878,7	28 08 62	598
599	35 88 01	214 921 799	24,4745	8,4296	6,39526	1,66945	1881,8	28 18 02	599
600	36 00 00	216 000 000	24,4949	8,4343	6,39693	1,66667	1885,0	28 27 43	600

2.1 (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
600	36 00 00	216 000 000	24,4949	8,4343	6,39693	1,66667	1885,0	28 27 43	600
601	36 12 01	217 081 801	24,5153	8,4390	6,39859	1,66389	1888,1	28 36 87	601
602	36 24 04	218 167 208	24,5357	8,4437	6,40026	1,66113	1891,2	28 46 31	602
603	36 36 09	219 256 227	24,5561	8,4484	6,40192	1,65837	1894,4	28 55 78	603
604	36 48 16	220 348 864	24,5764	8,4530	6,40357	1,65563	1897,5	28 65 26	604
605	36 60 25	221 445 125	24,5967	8,4577	6,40523	1,65289	1900,7	28 74 75	605
606	36 72 36	222 545 016	24,6171	8,4623	6,40688	1,65017	1903,8	28 84 26	606
607	36 84 49	223 648 543	24,6374	8,4670	6,40853	1,64745	1906,9	28 93 79	607
608	36 96 64	224 755 712	24,6577	8,4716	6,41017	1,64474	1910,1	29 03 33	608
609	37 08 81	225 866 529	24,6779	8,4763	6,41182	1,64204	1913,2	29 12 89	609
610	37 21 00	226 981 000	24,6982	8,4809	6,41346	1,63934	1916,4	29 22 47	610
611	37 33 21	228 099 131	24,7184	8,4856	6,41510	1,63666	1919,5	29 32 06	611
612	37 45 44	229 220 928	24,7386	8,4902	6,41673	1,63399	1922,7	29 41 66	612
613	37 57 69	230 346 397	24,7588	8,4948	6,41836	1,63132	1925,8	29 51 28	613
614	37 69 96	231 475 544	24,7790	8,4994	6,41999	1,62866	1928,9	29 60 92	614
615	37 82 25	232 608 375	24,7992	8,5040	6,42162	1,62602	1932,1	29 70 57	615
616	37 94 56	233 744 896	24,8193	8,5086	6,42325	1,62338	1935,2	29 80 24	616
617	38 06 89	234 885 113	24,8395	8,5132	6,42487	1,62075	1938,4	29 89 92	617
618	38 19 24	236 029 032	24,8596	8,5178	6,42649	1,61812	1941,5	29 99 62	618
619	38 31 61	237 176 659	24,8797	8,5224	6,42811	1,61551	1944,6	30 09 34	619
620	38 44 00	238 328 000	24,8998	8,5270	6,42972	1,61290	1947,8	30 19 07	620
621	38 56 41	239 483 061	24,9199	8,5316	6,43133	1,61031	1950,9	30 28 82	621
622	38 68 84	240 641 848	24,9399	8,5362	6,43294	1,60772	1954,1	30 38 58	622
623	38 81 29	241 804 367	24,9600	8,5408	6,43455	1,60514	1957,2	30 48 36	623
624	38 93 76	242 970 624	24,9800	8,5453	6,43615	1,60256	1960,4	30 58 15	624
625	39 06 25	244 140 625	25,0000	8,5499	6,43775	1,60000	1963,5	30 67 96	625
626	39 18 76	245 314 376	25,0200	8,5544	6,43935	1,59744	1966,6	30 77 79	626
627	39 31 29	246 491 883	25,0400	8,5590	6,44095	1,59490	1969,8	30 87 63	627
628	39 43 84	247 673 152	25,0599	8,5635	6,44254	1,59236	1972,9	30 97 48	628
629	39 56 41	248 858 189	25,0799	8,5681	6,44413	1,58983	1976,1	31 07 36	629
630	39 69 00	250 047 000	25,0998	8,5726	6,44572	1,58730	1979,2	31 17 25	630
631	39 81 61	251 239 591	25,1197	8,5772	6,44731	1,58479	1982,3	31 27 15	631
632	39 94 24	252 435 968	25,1396	8,5817	6,44889	1,58228	1985,5	31 37 07	632
633	40 06 89	253 636 137	25,1595	8,5862	6,45047	1,57978	1988,6	31 47 00	633
634	40 19 56	254 840 104	25,1794	8,5907	6,45205	1,57729	1991,8	31 56 96	634
635	40 32 25	256 047 875	25,1992	8,5952	6,45362	1,57480	1994,9	31 66 92	635
636	40 44 96	257 259 456	25,2190	8,5997	6,45520	1,57233	1998,1	31 76 90	636
637	40 57 69	258 474 853	25,2389	8,6043	6,45677	1,56986	2001,2	31 86 90	637
638	40 70 44	259 694 072	25,2587	8,6088	6,45834	1,56740	2004,3	31 96 92	638
639	40 83 21	260 917 119	25,2784	8,6132	6,45990	1,56495	2007,5	32 06 95	639
640	40 96 00	262 144 000	25,2982	8,6177	6,46147	1,56250	2010,6	32 16 99	640

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
640	40 96 00	262 144 000	25,2982	8,6177	6,46147	1,56250	2010,6	32 16 99	640
641	41 08 81	263 374 721	25,3180	8,6222	6,46303	1,56006	2013,8	32 27 05	641
642	41 21 64	264 609 288	25,3377	8,6267	6,46459	1,55763	2016,9	32 37 13	642
643	41 34 49	265 847 707	25,3574	8,6312	6,46614	1,55521	2020,0	32 47 22	643
644	41 47 36	267 089 984	25,3772	8,6357	6,46770	1,55280	2023,2	32 57 33	644
645	41 60 25	268 336 125	25,3969	8,6401	6,46925	1,55039	2026,3	32 67 45	645
646	41 73 16	269 586 136	25,4165	8,6446	6,47080	1,54799	2029,5	32 77 59	646
647	41 86 09	270 840 023	25,4362	8,6490	6,47235	1,54560	2032,6	32 87 75	647
648	41 99 04	272 097 792	25,4558	8,6535	6,47389	1,54321	2035,8	32 97 92	648
649	42 12 01	273 359 449	25,4755	8,6579	6,47543	1,54083	2038,9	33 08 10	649
650	42 25 00	274 625 000	25,4951	8,6624	6,47697	1,53846	2042,0	33 18 31	650
651	42 38 01	275 894 451	25,5147	8,6668	6,47851	1,53610	2045,2	33 28 53	651
652	42 51 04	277 167 808	25,5343	8,6713	6,48004	1,53374	2048,3	33 38 76	652
653	42 64 09	278 445 077	25,5539	8,6757	6,48158	1,53139	2051,5	53 49 01	653
654	42 77 16	279 726 264	25,5734	8,6801	6,48311	1,52905	2054,6	33 59 27	654
655	42 90 25	281 011 375	25,5930	8,6845	6,48464	1,52672	2057,7	33 69 55	655
656	43 03 36	282 300 416	25,6125	8,6890	6,48616	1,52439	2060,9	33 79 85	656
657	43 16 49	283 593 393	25,6320	8,6934	6,48768	1,52207	2064,0	33 90 16	657
658	43 29 64	284 890 312	25,6515	8,6978	6,48920	1,51976	2067,2	34 00 49	658
659	43 42 81	286 191 179	25,6710	8,7022	6,49072	1,51745	2070,3	34 10 83	659
660	43 56 00	287 496 000	25,6905	8,7066	6,49224	1,51515	2073,5	34 21 19	660
661	43 69 21	288 804 781	25,7099	8,7110	6,49375	1,51286	2076,6	34 31 57	661
662	43 82 44	290 117 528	25,7294	8,7154	6,49527	1,51057	2079,7	34 41 96	662
663	43 95 69	291 434 247	25,7488	8,7198	6,49677	1,50830	2082,9	34 52 37	663
664	44 08 96	292 754 944	25,7682	8,7241	6,49828	1,50602	2086,0	34 62 79	664
665	44 22 25	294 079 625	25,7876	8,7285	6,49979	1,50376	2089,2	34 73 23	665
666	44 35 56	295 408 296	25,8070	8,7329	6,50129	1,50150	2092,3	34 83 68	666
667	44 48 89	296 740 963	25,8263	8,7373	6,50279	1,49925	2095,4	34 94 15	667
668	44 62 24	298 077 632	25,8457	8,7416	6,50429	1,49701	2098,6	35 04 64	668
669	44 75 61	299 418 309	25,8650	8,7460	6,50578	1,49477	2101,7	35 15 14	669
670	44 89 00	300 763 000	25,8844	8,7503	6,50728	1,49254	2104,9	35 25 65	670
671	45 02 41	302 111 711	25,9037	8,7547	6,50877	1,49031	2108,0	35 36 18	671
672	45 15 84	303 464 448	25,9230	8,7590	6,51026	1,48810	2111,2	35 46 73	672
673	45 29 29	304 821 217	25,9422	8,7634	6,51175	1,48588	2114,3	35 57 30	673
674	45 42 76	306 182 024	25,9615	8,7677	6,51323	1,48368	2117,4	35 67 88	674
675	45 56 25	307 546 875	25,9808	8,7721	6,51471	1,48148	2120,6	35 78 47	675
676	45 69 76	308 915 776	26,0000	8,7764	6,51619	1,47929	2123,7	35 89 08	676
677	45 83 29	310 288 733	26,0192	8,7807	6,51767	1,47710	2126,9	35 99 71	677
678	45 96 84	311 665 752	26,0384	8,7850	6,51915	1,47493	2130,0	36 10 35	678
679	46 10 41	313 046 839	26,0576	8,7893	6,52062	1,47275	2133,1	36 21 01	679
680	46 24 00	314 432 000	26,0768	8,7937	6,52209	1,47059	2136,3	36 31 68	680

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}\,10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{n}$	n
680	46 24 00	314 432 000	26,0768	8,7937	6,52209	1,47059	2136,3	36 31 68	680
681	46 37 61	315 821 241	26,0960	8,7980	6,52356	1,46843	2139,4	36 42 37	681
682	46 51 24	317 214 568	26,1151	8,8023	6,52503	1,46628	2142,6	36 53 08	682
683	46 64 89	318 611 987	26,1343	8,8066	6,52649	1,46413	2145,7	36 63 80	683
684	46 78 56	320 013 504	26,1534	8,8109	6,52796	1,46199	2148,8	36 74 58	684
685	46 92 25	321 419 125	26,1725	8,8152	6,52942	1,45985	2152,0	36 85 28	685
686	47 05 96	322 828 856	26,1916	8,8194	6,53088	1,45773	2155,1	36 96 05	686
687	47 19 69	324 242 703	26,2107	8,8237	6,53233	1,45560	2158,3	37 06 84	687
688	47 33 44	325 660 672	26,2298	8,8280	6,53379	1,45349	2161,4	37 17 64	688
689	47 47 21	327 082 769	26,2488	8,8323	6,53524	1,45138	2164,6	37 28 45	689
690	47 61 00	328 509 000	26,2679	8,8366	6,53669	1,44928	2167,7	37 39 28	690
691	47 74 81	329 939 371	26,2869	8,8408	6,53814	1,44718	2170,8	37 50 13	691
692	47 88 64	331 373 888	26,3059	8,8451	6,53959	1,44509	2174,0	37 60 99	692
693	48 02 49	332 812 557	26,3249	8,8493	6,54103	1,44300	2177,1	37 71 87	693
694	48 16 36	334 255 384	26,3439	8,8536	6,54247	1,44092	2180,3	37 82 76	694
695	48 30 25	335 702 375	26,3629	8,8578	6,54391	1,43885	2183,4	37 93 67	695
696	48 44 16	337 153 536	26,3818	8,8621	6,54535	1,43678	2186,5	38 04 59	696
697	48 58 09	338 608 873	26,4008	8,8668	6,54679	1,43472	2189,7	38 15 53	697
698	48 72 04	340 068 392	26,4197	8,8706	6,54822	1,43266	2192,8	38 26 49	698
699	48 86 01	341 532 009	26,4386	8,8748	6,54965	1,43062	2196,0	38 37 46	699
700	49 00 00	343 000 000	26,4575	8,8790	6,55108	1,42857	2199,1	38 48 45	700
701	49 14 01	344 472 101	26,4764	8,8833	6,55251	1,42653	2202,3	38 59 45	701
702	49 28 04	345 948 408	26,4953	8,8875	6,55393	1,42450	2205,4	38 70 47	702
703	49 42 09	347 428 927	26,5141	8,8917	6,55536	1,42248	2208,5	38 81 51	703
704	49 56 16	348 913 664	26,5330	8,8959	6,55678	1,42045	2211,7	38 92 56	704
705	49 70 25	350 402 625	26,5518	8,9001	6,55820	1,41844	2214,8	39 03 63	705
706	49 84 36	351 895 816	26,5707	8,9043	6,55962	1,41643	2218,0	39 14 71	706
707	49 98 49	353 393 243	26,5895	8,9085	6,56103	1,41443	2221,1	39 25 80	707
708	50 12 64	354 894 912	26,6083	8,9127	6,56244	1,41243	2224,2	39 36 92	708
709	50 26 81	356 400 829	26,6271	8,9169	6,56386	1,41044	2227,4	39 48 05	709
710	50 41 00	357 911 000	26,6458	8,9211	6,56526	1,40845	2230,5	39 59 19	710
711	50 55 21	359 425 431	26,6646	8,9253	6,56667	1,40647	2233,7	39 70 35	711
712	50 69 44	360 944 128	26,6833	8,9295	6,56808	1,40449	2236,8	39 81 53	712
713	50 83 69	362 467 097	26,7021	8,9337	6,56948	1,40252	2240,0	39 92 72	713
714	50 97 96	363 994 344	26,7208	8,9378	6,57088	1,40056	2243,1	40 03 93	714
715	51 12 25	365 525 875	26,7395	8,9420	6,57228	1,39860	2246,2	40 15 15	715
716	51 26 56	367 061 696	26,7582	8,9462	6,57368	1,39665	2249,4	40 26 39	716
717	51 40 89	368 601 813	26,7769	8,9503	6,57508	1,39470	2252,5	40 37 65	717
718	51 55 24	370 146 232	26,7955	8,9545	6,57647	1,39276	2255,7	40 48 92	718
719	51 69 61	371 694 959	26,8142	8,9587	6,57786	1,39082	2258,8	40 60 20	719
720	51 84 00	373 248 000	26,8328	8,9628	6,58925	1,38889	2261,9	40 71 50	720

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
720	51 84 00	373 248 000	26,8328	8,9628	6,57925	1,38889	2261,9	40 71 50	720
721	51 98 41	374 805 361	26,8514	8,9670	6,58064	1,38696	2265,1	40 82 82	721
722	52 12 84	376 367 048	26,8701	8,9711	6,58203	1,38504	2268,2	40 94 15	722
723	52 27 29	377 933 067	26,8887	8,9752	6,58341	1,38313	2271,4	41 05 50	723
724	52 41 76	379 503 424	26,9072	8,9794	6,58479	1,38122	2274,5	41 16 87	724
725	52 56 25	381 078 125	26,9258	8,9835	6,58617	1,37931	2277,7	41 28 25	725
726	52 70 76	382 657 176	26,9444	8,9876	6,58755	1,37741	2280,8	41 39 65	726
727	52 85 29	384 240 583	26,9629	8,9918	6,58893	1,37552	2283,9	41 51 06	727
728	52 99 84	385 828 352	26,9815	8,9959	6,59030	1,37363	2287,1	41 62 48	728
729	53 14 41	387 420 489	27,0000	9,0000	6,59167	1,37174	2290,2	41 73 93	729
730	53 29 00	389 017 000	27,0185	9,0041	6,59304	1,36986	2293,4	41 85 39	730
731	53 43 61	390 617 891	27,0370	9,0082	6,59441	1,36799	2296,5	41 96 86	731
732	53 58 24	392 223 168	27,0555	9,0123	6,59578	1,36612	2299,6	42 08 35	732
733	53 72 89	393 832 837	27,0740	9,0164	6,59715	1,36426	2302,8	42 19 86	733
734	53 87 56	395 446 904	27,0924	9,0205	6,59851	1,36240	2305,9	42 31 38	734
735	54 02 25	397 065 375	27,1109	9,0246	6,59987	1,36054	2309,1	42 42 92	735
736	54 16 96	398 688 256	27,1293	9,0287	6,60123	1,35870	2312,2	42 54 47	736
737	54 31 69	400 315 553	27,1477	9,0328	6,60259	1,35685	2315,4	42 66 04	737
738	54 46 44	401 947 272	27,1662	9,0369	6,60394	7,35501	2318,5	42 77 62	738
739	54 61 21	403 583 419	27,1846	9,0410	6,60530	1,35318	2321,6	42 89 22	739
740	54 76 00	405 224 000	27,2029	9,0450	6,60665	1,35135	2324,8	43 00 84	740
741	54 90 81	406 869 021	27,2213	9,0491	6,60800	1,34953	2327,9	43 12 47	741
742	55 05 64	408 518 488	27,2397	9,0532	6,60935	1,34771	2331,1	32 24 12	742
743	55 20 49	410 172 407	27,2580	9,0572	6,61070	1,34590	2334,2	43 35 78	743
744	55 35 36	411 830 784	27,2764	9,0613	6,61204	7,34409	2337,3	43 47 46	744
745	55 50 25	413 493 625	27,2947	9,0654	6,61338	1,34228	2340,5	43 59 16	745
746	55 65 16	415 160 936	27,3130	9,0694	6,61473	1,34048	2343,6	43 70 87	746
747	55 80 09	416 832 723	27,3313	9,0735	6,61607	1,33869	2346,8	43 82 59	747
748	55 95 04	418 508 992	27,3496	9,0775	6,61740	1,33690	2349,9	43 94 33	748
749	56 10 01	420 189 749	27,3679	9,0816	6,61874	1,33511	2353,1	44 06 09	749
750	56 25 00	421 875 000	27,3861	9,0856	6,62007	1,33333	2356,2	44 17 86	750
751	56 40 01	423 564 751	27,4044	9,0896	6,62141	1,33156	2359,3	44 29 65	751
752	56 55 04	425 259 008	27,4226	9,0937	6,62274	1,32979	2362,5	44 41 46	752
753	56 70 09	426 957 777	27,4408	9,0977	6,62407	1,32802	2365,6	44 53 28	753
754	56 85 16	428 661 064	27,4591	9,1017	6,62539	1,32626	2368,8	44 65 11	754
755	57 00 25	430 368 875	27,4773	9,1057	6,62672	1,32450	2371,9	44 76 97	755
756	57 15 36	432 081 216	27,4955	9,1098	6,62804	1,32275	2375,0	44 88 83	756
757	57 30 49	433 798 093	27,5136	9,1138	6,62936	1,32100	2378,2	45 00 72	757
758	57 45 64	435 519 512	27,5318	9,1178	6,63068	1,31926	2381,3	45 12 62	758
759	57 60 81	437 245 479	27,5500	9,1218	6,63200	1,31752	2384,5	45 24 53	759
760	57 76 00	438 976 000	27,5681	9,1258	6,63332	1,31579	2387,6	45 36 46	760

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
760	57 76 00	438 976 000	27,5681	9,1258	6,63332	1,31579	2387,6	45 36 46	760
761	57 91 21	440 711 081	27,5862	9,1298	6,63463	1,31406	2390,8	45 48 41	761
762	58 06 44	442 450 728	27,6043	9,1338	6,63595	1,31234	2393,9	45 60 37	762
763	58 21 69	444 194 917	27,6225	9,1378	6,63726	1,31062	2397,0	45 72 34	763
764	58 36 96	445 943 744	27,6405	9,1418	6,63857	1,30890	2400,2	45 84 34	764
765	58 52 25	447 697 125	27,6586	9,1458	6,63988	1,30719	2403,3	45 96 35	765
766	58 67 56	449 455 096	27,6767	9,1498	6,64118	1,30548	2406,5	46 08 37	766
767	58 82 89	451 217 663	27,6948	9,1537	6,64249	1,30378	2409,6	46 20 41	767
768	58 98 24	452 984 832	27,7128	9,1577	6,64379	1,30208	2412,7	46 32 47	768
769	59 13 61	454 756 609	27,7308	9,1617	6,64509	1,30039	2415,9	46 44 54	769
770	59 29 00	456 533 000	27,7489	9,1657	6,64639	1,29870	2419,0	46 56 63	770
771	59 44 41	458 314 011	27,7669	9,1696	6,64769	1,29702	2422,2	46 68 73	771
772	59 59 84	460 099 648	27,7849	9,1736	6,64898	1,29534	2425,3	46 80 85	772
773	59 75 29	461 889 917	27,8029	9,1775	6,65028	1,29366	2428,5	46 92 98	773
774	59 90 76	463 684 824	27,8209	9,1815	6,65157	1,29199	2431,6	47 05 13	774
775	60 06 25	465 484 375	27,8388	9,1855	6,65286	1,29032	2434,7	47 17 30	775
776	60 21 76	467 288 576	27,8568	9,1894	6,65415	1,28866	2437,9	47 29 48	776
777	60 37 29	469 097 433	27,8747	9,1933	6,65544	1,28700	2441,0	47 41 68	777
778	60 52 84	470 910 952	27,8927	9,1973	6,65673	1,28535	2444,2	47 53 89	778
779	60 68 41	472 729 139	27,9106	9,2012	6,65801	1,28370	2447,3	47 66 12	779
780	60 84 00	474 552 000	27,9285	9,2052	6,65929	1,28205	2450,4	47 78 36	780
781	60 99 61	476 379 541	27,9464	9,2091	6,66058	1,28041	2453,6	47 90 62	781
782	61 15 24	478 211 768	27,9643	9,2130	6,66185	1,27877	5456,7	48 02 90	782
783	61 30 89	480 048 687	27,9821	9,2170	6,66313	1,27714	2459,9	48 15 19	783
784	61 46 56	481 890 304	28,0000	9,2209	6,66441	1,27551	2463,0	48 27 50	784
785	61 62 25	483 736 625	28,0179	9,2248	6,66568	1,27389	2466,2	48 39 82	785
786	61 77 96	485 587 656	28,0357	9,2287	6,66696	1,27226	2469,3	48 52 16	786
787	61 93 69	487 443 403	28,0535	9,2326	6,66823	1,27065	2472,4	48 64 51	787
788	62 09 44	489 303 872	28,0713	9,2365	6,66950	1,26904	2475,6	48 76 88	788
789	62 25 21	491 169 069	28,0891	9,2404	6,67077	1,26743	2478,7	48 89 27	789
790	62 41 00	493 039 000	28,1069	9,2443	6,67203	1,26582	2481,9	49 01 67	790
791	62 56 81	494 913 671	28,1247	9,2482	6,67330	1,26422	2485,0	49 14 09	791
792	62 72 64	496 793 088	28,1425	9,2521	6,67456	1,26263	2488,1	49 26 52	792
793	62 88 49	498 677 257	28,1603	9,2560	6,67582	1,26103	2491,3	49 38 97	793
794	63 04 36	500 566 184	28,1780	9,2599	6,67708	1,25945	2494,4	49 51 43	794
795	63 20 25	502 459 875	28,1957	9,2638	6,67834	1,25786	2497,6	49 63 91	795
796	63 36 16	504 358 336	28,2135	9,2677	6,67960	1,25628	2500,7	49 76 41	796
797	63 52 09	506 261 573	28,2312	9,2716	6,68085	1,25471	2503,8	49 88 92	797
798	63 68 04	508 169 592	28,2489	9,2754	6,68211	1,25313	2507,0	50 01 45	798
799	63 84 01	510 082 399	28,2666	9,2793	6,68336	1,25156	2510,1	50 13 99	799
800	64 00 00	512 000 000	28,2843	9,2832	6,68461	1,25000	2513,3	50 26 55	800

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{n}$	n
800	64 00 00	512 000 000	28,2843	9,2832	6,68461	1,25000	2513,3	50 26 55	**800**
801	64 16 01	513 922 401	28,3019	9,2870	6,68586	1,24844	2516,4	50 39 12	801
802	64 32 04	515 849 608	28,3196	9,2909	6,68711	1,24688	2519,6	50 51 71	802
803	64 48 09	517 781 627	28,3373	9,2948	6,68835	1,24533	2522,7	50 64 32	803
804	64 64 16	519 718 464	28,3549	9,2986	6,68960	1,24378	2525,8	50 76 94	804
805	64 80 25	521 660 125	28,3725	9,3025	6,69084	1,24224	2529,0	50 89 58	805
806	64 96 36	523 606 616	28,3901	9,3063	6,69208	1,24069	2532,1	51 02 23	806
807	65 12 49	525 557 943	28,4077	9,3102	6,69332	1,23916	2535,3	51 14 90	807
808	65 28 64	527 514 112	28,4253	9,3140	6,69456	1,23762	2538,4	51 27 58	808
809	65 44 81	529 475 129	28,4429	9,3179	6,69580	1,23609	2541,5	51 40 28	809
810	65 61 00	531 441 000	28,4605	9,3217	6,69703	1,23457	2544,7	51 53 00	**810**
811	65 77 21	533 411 731	28,4781	9,3255	6,69827	1,23305	2547,8	51 65 73	811
812	65 93 44	535 387 328	28,4956	9,3294	6,69950	1,23153	2551,0	51 78 43	812
813	66 09 69	537 367 797	28,5132	9,3332	6,70073	1,23001	2554,1	51 91 24	813
814	66 25 96	539 353 144	28,5307	9,3370	6,70196	1,22850	2557,3	52 04 02	814
815	66 42 25	541 343 375	28,5482	9,3408	6,70319	1,22699	2560,4	52 16 81	815
816	66 58 56	543 338 496	28,5657	9,3447	6,70441	1,22549	2563,2	52 29 62	816
817	66 74 89	545 338 513	28,5832	9,3485	6,70564	1,22399	2566,7	52 42 45	817
818	66 91 24	547 343 432	28,6007	9,3523	6,70686	1,22249	2569,8	52 55 29	818
819	67 07 61	549 353 259	28,6182	9,3561	6,70808	1,22100	2573,0	52 68 14	819
820	67 24 00	551 368 000	28,6356	9,3599	6,70930	1,21951	2576,1	52 81 02	**820**
821	67 40 41	553 387 661	28,6531	9,3637	6,71052	1,21803	2579,2	52 93 91	821
822	67 56 84	555 412 248	28,6705	9,3675	6,71174	1,21655	2582,4	53 06 81	822
823	67 73 29	557 441 767	28,6880	9,3713	6,71296	1,21507	2585,5	53 19 73	823
824	67 89 76	559 476 224	28,7054	9,3751	6,71417	1,21359	2588,7	53 32 67	824
825	68 06 25	561 515 625	28,7228	9,3789	6,71538	1,21212	2591,8	53 45 62	825
826	68 22 76	563 559 976	28,7402	9,3827	6,71659	1,21065	2595,0	53 58 58	826
827	68 39 29	565 609 283	28,7576	9,3865	6,71780	1,20919	2598,1	53 71 57	827
828	68 55 84	567 663 552	28,7750	9,3902	6,71901	1,20773	2601,2	53 84 56	828
829	68 72 41	569 722 789	28,7924	9,3940	6,72022	1,20627	2604,4	53 97 58	829
830	68 89 00	571 787 000	28,8097	9,3978	6,72143	1,20482	2607,5	54 10 61	**830**
831	69 05 61	573 856 191	28,8271	9,4016	6,72263	1,20337	2610,7	54 23 65	831
832	69 22 24	575 930 368	28,8444	9,4053	6,72383	1,20192	2613,8	54 36 71	832
833	69 38 89	578 009 537	28,8617	9,4091	6,72503	1,20048	2616,9	54 49 79	833
834	69 55 56	580 093 704	28,8791	9,4129	6,72623	1,19904	2620,1	54 62 88	834
835	69 72 25	582 182 875	28,8964	9,4166	6,72743	1,19760	2623,2	54 75 99	835
836	69 88 96	584 277 056	28,9137	9,4204	6,72863	1,19617	2626,4	54 89 12	836
837	70 05 69	586 376 253	28,9310	9,4241	6,72982	1,19474	2629,5	55 02 26	837
838	70 22 44	588 480 472	28,9482	9,4279	6,73102	1,19332	2632,7	55 15 41	838
839	70 39 21	590 589 719	28,9655	9,4316	6,73221	1,19190	2635,8	55 28 58	839
840	70 56 00	592 704 000	28,9828	9,4354	6,73340	1,19048	2638,9	55 41 77	**810**

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
840	70 56 00	592 704 000	28,9828	9,4354	6,73340	1,19048	2638,9	55 41 77	840
841	70 72 81	594 823 321	29,0000	9,4391	6,73459	1,18906	2642,1	55 54 97	841
842	70 89 64	596 947 688	29,0172	9,4429	6,73578	1,18765	2645,2	55 68 19	842
843	71 06 49	599 077 107	29,0345	9,4466	6,73697	1,18624	2648,4	55 81 42	843
844	71 23 36	601 211 584	29,0517	9,4503	6,73815	1,18483	2651,5	55 94 67	844
845	71 40 25	603 351 125	29,0689	9,4541	6,73934	1,18343	2654,6	56 07 94	845
846	71 57 16	605 495 736	29,0861	9,4578	6,74052	1,18203	2657,8	56 21 22	846
847	71 74 09	607 645 423	29,1033	9,4615	6,74170	1,18064	2660,9	56 34 52	847
848	71 91 04	609 800 192	29,1204	9,4652	6,74288	1,17925	2664,1	56 47 83	848
849	72 08 01	611 960 019	29,1376	9,4690	6,74406	1,17786	2667,2	56 61 16	849
850	72 25 00	614 125 000	29,1548	9,4727	6,74524	1,17647	2670,4	56 74 50	850
851	72 42 01	616 295 051	29,1719	9,4764	6,74641	1,17509	2673,5	56 87 86	851
852	72 59 04	618 470 208	29,1890	9,4801	6,74759	1,17371	2676,6	57 01 24	852
853	72 76 09	620 650 477	29,2062	9,4838	6,74876	1,17233	2679,8	57 14 63	853
854	72 93 16	622 835 864	29,2233	9,4875	6,74993	1,17096	2682,9	57 28 03	854
855	73 10 25	625 026 375	29,2404	9,4912	6,75110	1,16959	2686,1	57 41 46	855
856	73 27 36	627 222 016	29,2575	9,4949	6,75227	1,16822	2689,2	57 54 90	856
857	73 44 49	629 422 793	29,2746	9,4986	6,75344	1,16686	2692,3	57 68 35	857
858	73 61 64	631 628 712	29,2916	9,5023	6,75460	1,16550	2695,5	57 81 82	858
859	73 78 81	633 839 779	29,3087	9,5060	6,75577	1,16414	2698,6	57 95 30	859
860	73 96 00	636 056 000	29,3258	9,5097	6,75693	1,16279	2701,8	58 08 80	860
861	74 13 21	638 277 381	29,3428	9,5134	6,75809	1,16144	2704,9	58 22 32	861
862	74 30 44	640 503 928	29,3598	9,5171	6,75926	1,16009	2708,1	58 35 85	862
863	74 47 69	642 735 647	29,3769	9,5207	6,76041	1,15875	2711,2	58 49 40	863
864	74 64 96	644 972 544	29,3939	9,5244	6,76157	1,15741	2714,3	58 62 97	864
865	74 82 25	647 214 625	29,4109	9,5281	6,76273	1,15607	2717,5	58 76 55	865
866	74 99 56	649 461 896	29,4279	9,5317	6,76388	1,15473	2720,6	58 90 14	866
867	75 16 89	651 714 363	29,4449	9,5354	6,76504	1,15340	2723,8	59 03 75	867
868	75 34 24	653 972 032	29,4618	9,5391	6,76619	1,15207	2726,9	59 17 38	868
869	75 51 61	656 234 909	29,4788	9,5427	6,76734	1,15075	2730,0	59 31 02	869
870	75 69 00	658 503 000	29,4958	9,5464	6,76849	1,14943	2733,2	59 44 68	870
871	75 86 41	660 776 311	29,5127	9,5501	6,76964	1,14811	2736,3	59 58 35	871
872	76 03 84	663 054 848	29,5296	9,5537	6,77079	1,14679	2739,5	59 72 04	872
873	76 21 29	665 338 617	29,5466	9,5574	6,77194	1,14548	2742,6	59 85 75	873
874	76 38 76	667 627 624	29,5635	9,5610	6,77308	1,14416	2745,8	59 99 47	874
875	76 56 25	669 921 875	29,5804	9,5647	6,77422	1,14286	2748,9	60 13 20	875
876	76 73 76	672 221 376	29,5973	9,5683	6,77537	1,14155	2752,0	60 26 96	876
877	76 91 29	674 526 133	29,6142	9,5719	6,77651	1,14025	2755,2	60 40 73	877
878	77 08 84	676 836 152	29,6311	9,5756	6,77765	1,13895	2758,3	60 54 51	878
879	77 26 41	679 151 439	29,6479	9,5792	6,77878	1,13766	2761,5	60 68 31	879
880	77 44 00	681 472 000	29,6648	9,5828	6,77992	1,13636	2764,6	60 82 12	880

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
880	77 44 00	681 472 000	29,6648	9,5828	6,77992	1,13636	2764,6	60 82 12	**880**
881	77 61 61	683 797 841	29,6816	9,5865	6,78106	1,13507	2767,7	60 95 95	**881**
882	77 79 24	686 128 968	29,6985	9,5901	6,78219	1,13379	2770,9	61 09 80	**882**
883	77 96 89	688 465 387	29,7153	9,5937	6,78333	1,13250	2774,0	61 23 66	**883**
884	78 14 56	690 807 104	29,7321	9,5973	6,78446	1,13122	2777,2	61 37 54	**884**
885	78 32 25	693 154 125	29,7489	9,6010	6,78559	1,12994	2780,3	61 51 43	**885**
886	78 49 96	695 506 456	29,7658	9,6046	6,78672	1,12867	2783,5	61 65 34	**886**
887	78 67 69	697 864 103	29,7825	9,6082	6,78784	1,12740	2786,6	61 79 27	**887**
888	78 85 44	700 227 072	29,7993	9,6118	6,78897	1,12613	2789,7	61 93 21	**888**
889	79 03 21	702 595 369	29,8161	9,6154	6,79010	1,12486	2792,9	62 07 17	**889**
890	79 21 00	204 969 000	29,8329	9,6190	6,79122	1,12360	2796,0	62 21 14	**890**
891	79 38 81	707 347 971	29,8496	9,6226	6,79234	1,12233	2799,2	62 35 13	**891**
892	79 56 64	709 732 288	29,8664	9,6262	6,79347	1,12108	2802,3	62 49 13	**892**
893	79 74 49	712 121 957	29,8831	9,6298	6,79459	1,11982	2805,4	62 63 15	**893**
894	79 92 36	714 516 984	29,8998	9,6334	6,79571	1,11857	2808,6	62 77 18	**894**
895	80 10 25	716 917 375	29,9166	9,6370	6,79682	1,11732	2811,7	62 91 24	**895**
896	80 28 16	719 323 136	29,9333	9,6406	6,79794	1,11607	2814,9	63 05 30	**896**
897	80 46 09	721 734 273	29,9500	9,6442	6,79906	1,11483	2818,0	63 19 38	**897**
898	80 64 04	724 150 792	29,9666	9,6477	6,80017	1,11359	2821,2	63 33 48	**898**
899	80 82 01	726 572 699	29,9833	9,6513	6,80128	1,11235	2824,3	63 47 60	**899**
900	81 00 00	729 000 000	30,0000	9,6559	6,80239	1,11111	2827,4	63 61 73	**900**
901	81 18 01	731 432 701	30,0167	9,6585	6,80351	1,10988	2830,6	63 75 87	**901**
902	81 36 04	733 870 808	30,0333	9,6620	6,80461	1,10865	2833,7	63 90 03	**902**
903	81 54 09	736 314 327	30,0500	9,6656	6,80572	1,10742	2836,9	64 04 21	**903**
904	81 72 16	738 763 264	30,0666	9,6692	6,80683	1,10619	2840,0	64 18 40	**904**
905	81 90 25	741 217 625	30,0832	9,6727	6,80793	1,10497	2843,1	64 32 61	**905**
906	82 08 36	743 677 416	30,0998	9,6763	6,80904	1,10375	2846,3	64 46 83	**906**
907	82 26 49	746 142 643	30,1164	9,6799	6,81014	1,10254	2849,4	64 61 07	**907**
908	82 44 64	748 613 312	30,1330	9,6834	6,81124	1,10132	2852,6	64 75 33	**908**
909	82 62 81	751 089 429	30,1496	9,6870	6,81235	1,10011	2855,7	64 89 60	**909**
910	82 81 00	753 571 000	30,1662	9,6905	6,81344	1,09890	2858,8	65 03 88	**910**
911	82 99 21	756 058 031	30,1828	9,6941	6,81454	1,09769	2862,0	65 18 18	**911**
912	83 17 44	758 550 528	30,1993	9,6976	6,81564	1,09649	2865,1	65 32 50	**912**
913	83 35 69	761 048 497	30,2159	9,7012	6,81674	1,09529	2868,3	65 46 84	**913**
914	83 53 96	763 551 944	30,2324	9,7047	6,81783	1,09409	2871,4	65 61 18	**914**
915	83 72 25	766 060 875	30,2490	9,7082	6,81892	1,09290	2874,6	65 75 55	**915**
916	83 90 56	768 575 296	30,2655	9,7118	6,82002	1,09170	2877,7	65 89 93	**916**
917	84 08 89	771 095 213	30,2820	9,7153	6,82111	1,09051	2880,8	66 04 33	**917**
918	84 27 24	773 620 632	30,2985	9,7188	6,82220	1,08932	2884,0	66 18 74	**918**
919	84 45 61	776 151 559	30,3150	9,7224	6,82329	1,08814	2887,1	66 33 17	**919**
920	84 64 00	778 688 000	30,3315	9,7259	6,82437	1,08696	2890,3	66 47 61	**920**

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
920	84 64 00	778 688 000	30,3315	9,7259	6,82437	1,08696	2890,3	66 47 61	920
921	84 82 41	781 229 961	30,3480	9,7294	6,82546	1,08578	2893,4	66 62 07	921
922	85 00 84	783 777 448	30,3645	9,7329	6,82655	1,08460	2896,5	66 76 54	922
923	85 19 29	786 330 467	30,3809	9,7364	6,82763	1,08342	2899,7	66 91 03	923
924	85 37 76	788 889 024	30,3974	9,7400	6,82871	1,08225	2902,8	67 05 54	924
925	85 56 25	791 453 125	30,4138	9,7435	6,82979	1,08108	2906,0	67 20 06	925
926	85 74 76	794 022 776	30,4302	9,7470	6,83087	1,07991	2909,1	67 34 60	926
927	85 93 29	796 597 983	30,4467	9,7505	6,83195	1,07875	2912,3	67 49 15	927
928	86 11 84	799 178 752	30,4631	9,7540	6,83303	1,07759	2915,4	67 63 72	928
929	86 30 41	801 765 089	30,4795	9,7575	6,83411	1,07643	2918,5	67 78 31	929
930	86 49 00	804 357 000	30,4959	9,7610	6,83518	1,07527	2921,7	67 92 91	930
931	86 67 61	806 954 491	30,5123	9,7645	6,83626	1,07411	2924,8	68 07 52	931
932	86 86 24	809 557 568	30,5287	9,7680	6,83733	1,07296	2928,0	68 22 16	932
933	87 04 89	812 166 237	30,5450	9,7715	6,83841	1,07181	2931,1	68 36 80	933
934	87 23 56	814 780 504	30,5614	9,7750	6,83948	1,07066	2934,2	68 51 47	934
935	87 42 25	817 400 375	30,5778	9,7785	6,84055	1,06952	2937,4	68 66 15	935
936	87 60 96	820 025 856	30,5941	9,7819	6,84162	1,06838	2949,5	68 80 84	936
937	87 79 69	822 656 953	30,6105	9,7854	6,84268	1,06724	2943,7	68 95 55	937
938	87 98 44	825 293 672	30,6268	9,7889	6,84375	1,06610	2946,8	69 10 28	938
939	88 17 21	827 936 019	30,6431	9,7924	6,84482	1,06496	2950,0	69 25 02	939
940	88 36 00	830 584 000	30,6594	9,7959	6,84588	1,06383	2953,1	69 39 78	940
941	88 54 81	833 237 621	30,6757	9,7993	6,84694	1,06270	2956,2	69 54 55	941
942	88 73 64	835 896 888	30,6920	9,8028	6,84801	1,06157	2959,4	69 69 34	942
943	88 92 49	838 561 807	30,7083	9,8063	6,84907	1,06045	2962,5	69 84 15	943
944	89 11 36	841 232 384	30,7246	9,8097	6,85013	1,05932	2965,7	69 98 97	944
945	89 30 25	843 908 625	30,7409	9,8132	6,85118	1,05820	2968,8	70 13 80	945
946	89 49 16	846 590 536	30,7571	9,8167	6,85224	1,05708	2971,9	70 28 65	946
947	89 68 09	849 278 123	30,7734	9,8201	6,85330	1,05597	2975,1	70 43 52	947
948	89 87 04	851 971 392	30,7896	9,8236	6,85435	1,05485	2978,2	70 58 40	948
949	90 06 01	854 670 349	30,8058	9,8270	6,85541	1,05374	2981,4	70 73 30	949
950	90 25 00	857 375 000	30,8221	9,8305	6,85646	1,05263	2984,5	70 88 22	950
951	90 44 01	860 085 351	30,8383	9,8339	6,85751	1,05152	2987,7	71 03 15	951
952	90 63 04	862 801 408	30,8545	9,8374	6,85857	1,05042	2990,8	71 18 09	952
953	90 82 09	865 523 177	30,8707	9,8408	6,85961	1,04932	2993,9	71 33 06	953
954	91 01 16	868 250 664	30,8869	9,8443	6,86066	1,04822	2997,1	71 48 03	954
955	91 20 25	870 983 875	30,9031	9,8477	6,86171	1,04712	3000,2	71 63 03	955
956	91 39 36	873 722 816	30,9192	9,8511	6,86276	1,04603	3003,4	71 78 04	956
957	91 58 49	876 467 493	30,9354	9,8546	6,86380	1,04493	3006,5	71 93 06	957
958	91 77 64	879 217 912	30,9516	9,8580	6,86485	1,04384	3009,6	72 08 10	958
959	91 96 81	881 974 079	30,9677	9,8614	6,86589	1,04275	3012,8	72 23 16	959
960	92 16 00	884 736 000	30,9839	9,8648	6,86693	1,04167	3015,9	72 38 23	960

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
960	92 16 00	884 736 000	30,9839	9,8648	6,86693	1,04167	3015,9	72 38 23	960
961	92 35 21	887 503 681	31,0000	9,8683	6,86797	1,04058	3019,1	72 53 32	961
962	92 54 44	890 277 128	31,0161	9,8717	6,86901	1,03950	3022,2	72 68 42	962
963	92 73 69	893 056 347	31,0322	9,8751	6,87005	1,03842	3025,4	72 83 54	963
964	92 92 96	895 841 344	31,0483	9,8785	6,87109	1,03734	3028,5	72 98 67	964
965	93 12 25	898 632 125	31,0644	9,8819	6,87213	1,03627	3031,6	73 13 82	965
966	93 31 56	901 428 696	31,0805	9,8854	6,87316	1,03520	3034,8	73 28 99	966
967	93 50 89	904 231 063	31,0966	9,8888	6,87420	1,03413	3037,9	73 44 17	967
968	93 70 24	907 039 232	31,1127	9,8922	6,87523	1,03306	3041,1	73 59 37	968
969	93 89 61	909 853 209	31,1288	9,8956	6,87626	1,03199	3044,2	73 74 58	969
970	94 09 00	912 673 000	31,1448	9,8990	6,87730	1,03093	3047,3	73 89 81	970
971	94 28 41	915 498 611	31,1609	9,9024	6,87833	1,02987	3050,5	74 05 06	971
972	94 47 84	918 330 048	31,1769	9,9058	6,87936	1,02881	3053,6	74 20 32	972
973	94 67 29	921 167 317	31,1929	9,9092	6,88038	1,02775	3056,8	74 35 59	973
974	94 86 76	924 010 424	31,2090	9,9126	6,88141	1,02669	3059,9	74 50 88	974
975	95 06 25	926 859 375	31,2250	9,9160	6,88244	1,02564	3063,1	74 66 19	975
976	95 25 76	929 714 176	31,2410	9,9194	6,88346	1,02459	3066,2	74 81 51	976
977	95 45 29	932 574 833	31,2570	9,9227	6,88449	1,02354	3069,3	74 96 85	977
978	95 64 84	935 441 352	31,2730	9,9261	6,88551	1,02249	3072,5	75 12 21	978
979	95 84 41	938 313 739	31,2890	9,9295	6,88653	1,02145	3075,6	75 27 58	979
980	96 04 00	941 192 000	31,3050	9,9329	6,88755	1,02041	3078,8	75 42 96	980
981	96 23 61	944 076 141	31,3209	9,9363	6,88857	1,01937	3081,9	75 58 37	981
982	96 43 24	946 966 168	31,3369	9,9396	6,88959	1,01833	3085,0	75 73 78	982
983	96 62 89	949 862 087	31,3528	9,9430	6,89061	1,01729	3088,2	75 89 22	983
984	96 82 56	952 763 904	31,3688	9,9464	6,89163	1,01626	3091,3	76 04 66	984
985	97 02 25	955 671 625	31,3847	9,9497	6,89264	1,01523	3094,5	76 20 13	985
986	97 21 96	958 585 256	31,4006	9,9531	6,89366	1,01420	3097,6	76 35 61	986
987	97 41 69	961 504 803	31,4166	9,9565	6,89467	1,01317	3100,8	76 51 11	987
988	97 61 44	964 430 272	31,4325	9,9598	6,89568	1,01215	3103,9	76 66 62	988
989	97 81 21	967 361 669	31,4484	9,9632	6,89669	1,01112	3107,0	76 82 14	989
990	98 01 00	970 299 000	31,4643	9,9666	6,89770	1,01010	3110,2	76 97 69	990
991	98 20 81	973 242 271	31,4802	9,9699	6,89871	1,00908	3113,3	77 13 25	991
992	98 40 64	976 191 488	31,4960	9,9733	6,89972	1,00806	3116,5	77 28 82	992
993	98 60 49	979 146 657	31,5119	9,9766	3,90073	1,00705	3119,6	77 44 41	993
994	98 80 36	982 107 784	31,5278	9,9800	6,90174	1,00604	3122,7	77 60 02	994
995	99 00 25	985 074 875	31,5436	9,9833	6,90274	1,00503	3125,9	77 75 64	995
996	99 20 16	988 047 936	31,5595	9,9866	6,90375	1,00402	3129,0	77 91 28	996
997	99 40 09	991 026 973	31,5753	9,9900	6,90475	1,00301	3132,2	78 06 93	997
998	99 60 04	994 011 992	31,5911	9,9933	6,90575	1,00200	3135,3	78 22 60	998
999	99 80 01	997 002 999	31,6070	9,9967	6,90675	1,00100	3138,5	78 38 28	999
1000	100 00 00	1 000 000 000	31,6228	10,0000	6,90776	1,00000	3141,6	78 53 98	1000

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}\,10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1000	1 000 000	1 000 000 000	31,6228	10,0000	6,90776	1,00000	3141,6	78 53 98	**1000**
1001	1 002 001	1 003 003 001	31,6386	10,0033	6,90875	0,99900	3144,7	78 69 70	1001
1002	1 004 004	1 006 012 008	31,6544	10,0067	6,90975	0,99800	3147,9	78 85 43	1002
1003	1 006 009	1 009 027 027	31,6702	10,0100	6,91075	0,99701	3151,0	79 01 18	1003
1004	1 008 016	1 012 048 064	31,6860	10,0133	6,91175	0,99602	3154,2	79 16 94	1004
1005	1 010 025	1 015 075 125	31,7017	10,0166	6,91274	0,99502	3157,3	79 32 72	1005
1006	1 012 036	1 018 108 216	31,7175	10,0200	6,91374	0,99404	3160,4	79 48 51	1006
1007	1 014 049	1 021 147 343	31,7333	10,0233	6,91473	0,99305	3163,6	79 64 32	1007
1008	1 016 064	1 024 192 512	31,7490	10,0266	6,91572	0,99206	3166,7	79 80 15	1008
1009	1 018 081	1 027 243 729	31,7648	10,0299	6,91672	0,99108	3169,9	79 95 99	1009
1010	1 020 100	1 030 301 000	31,7805	10,0332	6,91771	0,99010	3173,0	80 11 85	**1010**
1011	1 022 121	1 033 364 331	31,7962	10,0365	6,91870	0,98912	3176,2	80 27 72	1011
1012	1 024 144	1 036 433 728	31,8119	10,0398	6,91968	0,98814	3179,3	80 43 61	1012
1013	1 026 169	1 039 509 197	31,8277	10,0431	6,92067	0,98717	3182,4	80 59 51	1013
1014	1 028 196	1 042 590 744	31,8434	10,0465	6,92166	0,98619	3185,6	80 75 43	1014
1015	1 030 225	1 045 678 375	31,8591	10,0498	6,92264	0,98522	3188,7	80 91 37	1015
1016	1 032 256	1 048 772 096	31,8748	10,0531	6,92363	0,98425	3191,9	81 07 32	1016
1017	1 034 289	1 051 871 913	31,8904	10,0563	6,92461	0,98328	3195,0	81 23 29	1017
1018	1 036 324	1 054 977 832	31,9061	10,0596	6,92560	0,98232	3198,1	81 39 27	1018
1019	1 038 361	1 058 089 859	31,9218	10,0629	6,92658	0,98135	3201,3	81 55 27	1019
1020	1 040 400	1 061 208 000	31,9374	10,0662	6,92756	0,98039	3204,4	81 71 28	**1020**
1021	1 042 441	1 064 332 261	31,9531	10,0695	6,92854	0,97943	3207,6	81 87 31	1021
1022	1 044 484	1 067 462 648	31 9687	10 0728	6,92952	0,97847	3210,7	82 03 36	1022
1023	1 046 529	1 070 599 167	31,9844	10,0761	6,93049	0,97752	3213,8	82 19 42	1023
1024	1 048 576	1 073 741 824	32,0000	10,0794	6,93147	0,97656	3217,0	82 35 50	1024
1025	1 050 625	1 076 890 625	32,0156	10,0826	6,93245	0,97561	3220,1	82 51 59	1025
1026	1 052 676	1 080 045 576	32,0312	10,0859	6,93342	0,97466	3223,3	82 67 70	1026
1027	1 054 729	1 083 206 683	32,0468	10,0892	6,93440	0,97371	3226,4	82 83 82	1027
1028	1 056 784	1 086 373 952	32,0624	10,0925	6,93537	0,97276	3229,6	82 99 96	1028
1029	1 058 841	1 089 547 389	32,0780	10,0957	6,93634	0,97182	3232,7	83 16 12	1029
1030	1 060 900	1 092 727 000	32,0936	10,0990	6,93731	0,97087	3235,8	83 32 29	**1030**
1031	1 062 961	1 095 912 791	32 1092	10,1023	6,93828	0,96993	3239,0	83 48 48	1031
1032	1 065 024	1 099 104 768	32,1248	10,1055	6,93925	0,96899	3242,1	83 64 68	1032
1033	1 067 089	1 102 302 937	32,1403	10,1088	6,94022	0,96805	3245,3	83 80 90	1033
1034	1 069 156	1 105 507 304	32,1559	10,1121	6,94119	0,96712	3248,4	83 97 13	1034
1035	1 071 225	1 108 717 875	32,1714	10,1153	6,94216	0,96618	3251,5	84 13 38	1035
1036	1 073 296	1 111 934 656	32,1870	10,1186	6,94312	0,96525	3254,7	84 29 65	1036
1037	1 075 369	1 115 157 653	32,2025	10,1218	6,94409	0,96432	3257,8	84 45 93	1037
1038	1 077 444	1 118 386 872	32,2180	10,1251	6,94505	0,96339	3261,0	84 62 23	1038
1039	1 079 521	1 121 622 319	32,2335	10,1283	6,94601	0,96246	3264,1	84 78 54	1039
1040	1 081 600	1 124 864 000	32,2490	10,1316	6,94698	0,96154	3267,3	84 94 87	**1040**

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1040	1 081 600	1 124 864 000	32,2490	10,1316	6,94698	0,96154	3267,3	84 94 87	1040
1041	1 083 681	1 128 111 921	32,2645	10,1348	6,94794	0,96061	3270,4	85 11 21	1041
1042	1 085 764	1 131 366 088	32,2800	10,1381	6,94890	0,95969	3273,5	85 27 57	1042
1043	1 087 849	1 134 626 507	32,2955	10,1413	6,94986	0,95877	3276,7	85 43 95	1043
1044	1 089 936	1 137 893 184	32,3110	10,1446	6,95081	0,95785	3279,8	85 60 34	1044
1045	1 092 025	1 141 166 125	32,3265	10,1478	6,95177	0,95694	3283,0	85 76 74	1045
1046	1 094 116	1 144 445 336	32,3419	10,1510	6,95273	0,95602	3286,1	85 93 17	1046
1047	1 096 209	1 147 730 823	32,3574	10,1543	6,95368	0,95511	3289,2	86 09 61	1047
1048	1 098 304	1 151 022 592	32,3728	10,1575	6,95464	0,95420	3292,4	86 26 06	1048
1049	1 100 401	1 154 320 649	32,3883	10,1607	6,95559	0,95329	3295,5	86 42 53	1049
1050	1 102 500	1 157 625 000	32,4037	10,1640	6,95655	0,95238	3298,7	86 59 01	1050
1051	1 104 601	1 160 935 651	32,4191	10,1672	6,95750	0,95147	3301,8	86 75 52	1051
1052	1 106 704	1 164 252 608	32,4345	10,1704	6,95845	0,95057	3305,0	86 92 03	1052
1053	1 108 809	1 167 575 877	32,4500	10,1736	6,95940	0,94967	3308,1	87 08 57	1053
1054	1 110 916	1 170 905 464	32,4654	10,1769	6,96035	0,94877	3311,2	87 25 11	1054
1055	1 113 025	1 174 241 375	32,4808	10,1801	6,96130	0,94787	3314,4	87 41 68	1055
1056	1 115 136	1 177 583 616	32,4962	10,1833	6,96224	0,94697	3317,5	87 58 26	1056
1057	1 117 249	1 180 932 193	32,5115	10,1865	6,96319	0,94607	3320,7	87 74 85	1057
1058	1 119 364	1 184 287 112	32,5269	10,1897	6,96414	0,94518	3323,8	87 91 46	1058
1059	1 121 481	1 187 648 379	32,5423	10,1929	6,96508	0,94420	3326,9	88 08 09	1059
1060	1 123 600	1 191 016 000	32,5576	10,1961	6,96602	0,94340	3330,1	88 24 73	1060
1061	1 125 721	1 194 389 981	32,5730	10,1993	6,96697	0,94251	3333,2	88 41 39	1061
1062	1 127 844	1 197 770 328	32,5883	10,2025	6,96791	0,94162	3336,4	88 58 07	1062
1063	1 129 969	1 201 157 047	32,6037	10,2057	6,96885	0,94073	3339,5	88 74 76	1063
1064	1 132 096	1 204 550 144	32,6190	10,2089	6,96979	0,93985	3342,7	88 91 46	1064
1065	1 134 225	1 207 949 625	32,6343	10,2121	6,97073	0,93897	3345,8	89 08 18	1065
1066	1 136 356	1 211 355 496	32,6497	10,2153	6,97167	0,93809	3348,9	89 24 92	1066
1067	1 138 489	1 214 767 763	32,6650	10,2185	6,97261	0,93721	3352,1	89 41 67	1067
1068	1 140 624	1 218 186 432	32,6803	10,2217	6,97354	0,93633	3355,2	89 58 44	1068
1069	1 142 761	1 221 611 509	32,6956	10,2249	6,97448	0,93545	3358,4	89 75 22	1069
1070	1 144 900	1 225 043 000	32,7109	10,2281	6,97541	0,93458	3361,5	89 92 02	1070
1071	1 147 041	1 228 480 911	32,7261	10,2313	6,97635	0,93371	3364,6	90 08 84	1071
1072	1 149 184	1 231 925 248	32,7414	10,2345	6,97728	0,93284	3367,8	90 25 67	1072
1073	1 151 329	1 235 376 017	32,7567	10,2376	6,97821	0,93197	3370,9	90 42 52	1073
1074	1 153 476	1 238 833 224	32,7719	10,2408	6,97915	0,93110	3374,1	90 59 38	1074
1075	1 155 625	1 242 296 875	32,7872	10,2440	6,98008	0,93023	3377,2	90 76 26	1075
1076	1 157 776	1 245 766 976	32,8024	10,2472	6,98101	0,92937	3380,4	90 93 15	1076
1077	1 159 929	1 249 243 533	32,8177	10,2503	6,98193	0,92851	3383,5	91 10 06	1077
1078	1 162 084	1 252 726 552	32,8329	10,2535	6,98286	0,92764	3386,6	91 26 99	1078
1079	1 164 241	1 256 216 039	32,8481	10,2567	6,98379	0,92678	3389,8	91 43 93	1079
1080	1 166 400	1 25 971 2000	32,8634	10,2599	6,98472	0,92593	3392,9	91 60 88	1080

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	ln n	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1080	1 166 400	1 259 712 000	32,8634	10,2599	6,98472	0,92593	3392,9	91 60 88	1080
1081	1 168 561	1 263 214 441	32,8786	10,2630	6,98564	0,92507	3396,1	91 77 86	1081
1082	1 170 724	1 266 723 368	32,8938	10,2662	6,98657	0,92421	3399,2	91 94 84	1082
1083	1 172 889	1 270 238 787	32,9090	10,2693	6,98749	0,92336	3402,3	92 11 85	1083
1084	1 175 056	1 273 760 704	32,9242	10,2725	6,98841	0,92251	3405,5	92 28 87	1084
1085	1 177 225	1 277 289 125	32,9393	10,2757	6,98934	0,92166	3408,6	92 45 90	1085
1086	1 179 396	1 280 824 056	32,9545	10,2788	6,99026	0,92081	3411,8	92 62 95	1086
1087	1 181 569	1 284 365 503	32,9697	10,2820	6,99118	0,91996	3414,9	92 80 02	1087
1088	1 183 744	1 287 913 472	32,9848	10,2851	6,99210	0,91912	3418,1	92 97 10	1088
1089	1 185 921	1 291 467 969	33,0000	10,2883	6,99302	0,91827	3421,2	93 14 20	1089
1090	1 188 100	1 295 029 000	33,0151	10,2914	6,99393	0,91743	3424,3	93 31 32	1090
1091	1 190 281	1 298 596 571	33,0303	10,2946	6,99485	0,91659	3427,5	93 48 45	1091
1092	1 192 464	1 302 170 688	33,0454	10,2977	6,99577	0,91575	3430,6	93 65 59	1092
1093	1 194 649	1 305 751 357	33,0606	10,3009	6,99668	0,91491	3433,8	93 82 75	1093
1094	1 196 836	1 309 338 584	33,0757	10,3040	6,99760	0,91408	3436,9	93 99 93	1094
1095	1 199 025	1 312 932 375	33,0908	10,3071	6,99851	0,91324	3440,0	94 17 12	1095
1096	1 201 216	1 316 532 736	33,1059	10,3103	6,99942	0,91240	3443,2	94 34 33	1096
1097	1 203 409	1 320 139 673	33,1210	10,3134	7,00033	0,91158	3446,3	94 51 55	1097
1098	1 205 604	1 323 753 192	33,1361	10,3165	7,00125	0,91075	3449,5	94 68 79	1098
1099	1 207 801	1 327 373 299	33,1512	10,3197	7,00216	0,90992	3452,6	94 86 05	1099
1100	1 210 000	1 331 000 000	33,1662	10,3228	7,00307	0,90909	3455,8	95 03 32	1100
1101	1 212 201	1 334 633 301	33,1813	10,3259	7,00397	0,90827	3458,9	95 20 60	1101
1102	1 214 404	1 338 273 208	33,1964	10,3291	7,00488	0,90744	3462,0	95 37 91	1102
1103	1 216 609	1 341 919 727	33,2115	10,3322	7,00579	0,90662	3465,2	95 55 22	1103
1104	1 218 816	1 345 572 864	33,2265	10,3353	7,00670	0,90580	3468,3	95 72 56	1104
1105	1 221 025	1 349 232 625	33,2415	10,3384	7,00760	0,90498	3471,5	95 89 91	1105
1106	1 223 236	1 352 899 016	33,2566	10,3415	7,00851	0,90416	3474,6	96 07 27	1106
1107	1 225 449	1 356 572 043	33,2716	10,3447	7,00941	0,90334	3477,7	96 24 65	1107
1108	1 227 664	1 360 251 712	33,2866	10,3478	7,01031	0,90253	3480,9	96 42 05	1108
1109	1 229 881	1 363 938 029	33,3017	10,3509	7,01121	0,90171	3484,0	96 59 46	1109
1110	1 232 100	1 367 631 000	33,3167	10,3540	7,01212	0,90090	3487,2	96 76 89	1110
1111	1 234 321	1 371 330 631	33,3317	10,3571	7,01302	0,90009	3490,3	96 94 33	1111
1112	1 236 544	1 375 036 928	33,3467	10,3602	7,01392	0,89928	3493,5	97 11 79	1112
1113	1 238 769	1 378 749 897	33,3617	10,3633	7,01481	0,89847	3496,6	97 29 27	1113
1114	1 240 996	1 382 469 544	33,3767	10,3664	7,01571	0,89767	3499,7	97 46 76	1114
1115	1 243 225	1 386 195 875	33,3917	10,3695	7,01661	0,89686	3502,9	97 64 27	1115
1116	1 245 456	1 389 928 896	33,4066	10,3726	7,01751	0,89606	3506,0	97 81 79	1116
1117	1 247 689	1 393 668 613	33,4216	10,3757	7,01840	0,89526	3509,2	97 99 33	1117
1118	1 249 924	1 397 415 032	33,4365	10,3788	7,01930	0,89445	3512,3	98 16 88	1118
1119	1 252 161	1 401 168 159	33,4515	10,3819	7,02019	0,89366	3515,4	98 34 45	1119
1120	1 254 400	1 404 928 000	33,4664	10,3850	7,02108	0,89286	3518,6	98 52 03	1120

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1120	1 254 400	1 404 928 000	33,4664	10,3850	7,02108	0,89286	3518,6	98 52 03	1120
1121	1 256 641	1 408 694 561	33,4814	10,3881	7,02198	0,89206	3521,7	98 69 64	1121
1122	1 258 884	1 412 467 848	33,4963	10,3912	7,02287	0,89127	3524,9	98 87 25	1122
1123	1 261 129	1 416 247 867	33,5112	10,3942	7,02376	0,89047	3528,0	99 04 88	1123
1124	1 263 376	1 420 034 624	33,5261	10,3973	7,02465	0,88968	3531,2	99 22 53	1124
1125	1 265 625	1 423 828 125	33,5410	10,4004	7,02554	0,88889	3534,3	99 40 20	1125
1126	1 267 876	1 427 628 376	33,5559	10,4034	7,02643	0,88810	3537,4	99 57 87	1126
1127	1 270 129	1 431 435 383	33,5708	10,4066	7,02731	0,88731	3540,6	99 75 57	1127
1128	1 272 384	1 435 249 152	33,5857	10,4096	7,02820	0,88652	3543,7	99 93 28	1128
1129	1 274 641	1 439 069 689	33,6006	10,4127	7,02909	0,88574	3546,9	1 00 11 01	1129
1130	1 276 900	1 442 897 000	33,6155	10,4158	7,02997	0,88496	3550,0	1 00 28 75	1130
1131	1 279 161	1 446 731 091	33,6303	10,4189	7,03086	0,88417	3553,1	1 00 46 51	1131
1132	1 281 424	1 450 571 968	33,6452	10,4220	7,03174	0,88339	3556,3	1 00 64 28	1132
1133	1 283 689	1 454 419 637	33,6601	10,4250	7,03262	0,88261	3559,4	1 00 82 07	1133
1134	1 285 956	1 458 274 104	33,6749	10,4281	7,03351	0,88183	3562,6	1 00 99 87	1134
1135	1 288 225	1 462 135 375	33,6898	10,4311	7,03439	0,88106	3565,7	1 01 17 70	1135
1136	1 290 496	1 466 003 456	33,7046	10,4342	7,03527	0,88028	3568,8	1 01 35 53	1136
1137	1 292 769	1 469 878 353	33,7194	10,4373	7,03615	0,87951	3572,0	1 01 53 38	1137
1138	1 295 044	1 473 760 072	33,7342	10,4403	7,03703	0,87874	3575,1	1 01 71 25	1138
1139	1 297 321	1 477 648 619	33,7491	10,4434	7,03791	0,87796	3578,3	1 01 89 14	1139
1140	1 299 600	1 481 544 000	33,7639	10,4464	7,03878	0,87719	3581,4	1 02 07 03	1140
1141	1 301 881	1 485 446 221	33,7787	10,4495	7,03966	0,87642	3584,6	1 02 24 95	1141
1142	1 304 164	1 489 355 288	33,7935	10,4525	7,04054	0,87566	3587,7	1 02 42 88	1142
1143	1 306 449	1 493 271 207	33,8083	10,4556	7,04141	0,87489	3590,8	1 02 60 83	1143
1144	1 308 736	1 497 193 984	33,8231	10,4586	7,04229	0,87413	3594,0	1 02 78 79	1144
1145	1 311 025	1 501 123 625	33,8378	10,4617	7,04316	0,87336	3597,1	1 02 96 77	1145
1146	1 313 316	1 505 060 136	33,8527	10,4647	7,04403	0,87260	3600,3	1 03 14 76	1146
1147	1 315 609	1 509 003 523	33,8673	10,4678	7,04491	0,87184	3603,4	1 03 32 77	1147
1148	1 317 904	1 512 953 792	33,8822	10,4708	7,04578	0,87108	3606,5	1 03 50 79	1148
1149	1 320 201	1 516 910 949	33,8969	10,4739	7,04665	0,87032	3609,7	1 03 68 83	1149
1150	1 322 500	1 520 875 000	33,9117	10,4769	7,04752	0,86956	3612,8	1 03 86 89	1150
1151	1 324 801	1 524 845 951	33,9264	10,4799	7,04839	0,86881	3616,0	1 04 04 96	1151
1152	1 327 104	1 528 823 808	33,9411	10,4830	7,04925	0,86806	3619,1	1 04 23 05	1152
1153	1 329 409	1 532 808 577	33,9558	10,4860	7,05012	0,86730	3622,3	1 04 41 15	1153
1154	1 331 716	1 536 800 264	33,9706	10,4890	7,05099	0,86655	3625,4	1 04 59 27	1154
1155	1 334 025	1 540 798 875	33,9853	10,4921	7,05186	0,86580	3628,5	1 04 77 41	1155
1156	1 336 336	1 544 804 416	34,0000	10,4951	7,05272	0,86505	3631,7	1 04 95 56	1156
1157	1 338 649	1 548 816 893	34,0146	10,4981	7,05359	0,86430	3634,8	1 05 13 72	1157
1158	1 340 964	1 552 836 312	34,0294	10,5011	7,05445	0,86356	3638,0	1 05 31 91	1158
1159	1 343 281	1 556 862 679	34,0440	10,5041	7,05531	0,86281	3641,1	1 05 50 10	1159
1160	1 345 600	1 560 896 000	34,0588	10,5072	7,05618	0,86207	3644,2	1 05 68 32	1160

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1160	1 345 600	1 560 896 000	34,0588	10,5072	7,05618	0,86207	3644,2	1 05 68 32	1160
1161	1 347 921	1 564 936 281	34,0735	10,5102	7,05704	0,86133	3647,4	1 05 86 55	1161
1162	1 350 244	1 568 983 528	34,0881	10,5132	7,05790	0,86059	3650,5	1 06 04 79	1162
1163	1 352 569	1 573 037 747	34,1028	10,5162	7,05876	0,85984	3653,7	1 06 23 05	1163
1164	1 354 896	1 577 098 944	34,1174	10,5192	7,05962	0,85911	3656,8	1 06 41 33	1164
1165	1 357 225	1 581 167 125	34,1321	10,5223	7,06048	0,85837	3660,0	1 06 59 62	1165
1166	1 359 556	1 585 242 296	34,1467	10,5253	7,06133	0,85763	3663,1	1 06 77 93	1166
1167	1 361 889	1 589 324 463	34,1614	10,5283	7,06219	0,85690	3666,2	1 06 96 25	1167
1168	1 364 224	1 593 413 632	34,1760	10,5313	7,06305	0,85616	3669,4	1 07 14 59	1168
1169	1 366 561	1 597 509 809	34,1907	10,5343	7,06390	0,85543	3672,5	1 07 32 94	1169
1170	1 368 900	1 601 613 000	34,2052	10,5373	7,06476	0,85470	3675,7	1 07 51 32	1170
1171	1 371 241	1 605 723 211	34,2199	10,5403	7,06561	0,85397	3678,8	1 07 69 70	1171
1172	1 373 584	1 609 840 448	34,2345	10,5433	7,06647	0,85324	3681,9	1 07 88 10	1172
1173	1 375 929	1 613 964 717	34,2491	10,5463	7,06732	0,85252	3685,1	1 08 06 52	1173
1174	1 378 276	1 618 096 024	34,2637	10,5493	7,06817	0,85179	3688,2	1 08 24 95	1174
1175	1 380 625	1 622 234 375	34,2783	10,5523	7,06902	0,85106	3691,4	1 08 43 40	1175
1176	1 382 976	1 626 379 776	34,2929	10,5553	7,06987	0,85034	3694,5	1 08 61 87	1176
1177	1 385 329	1 630 532 233	34,3074	10,5582	7,07072	0,84962	3697,7	1 08 80 35	1177
1178	1 387 684	1 634 691 752	34,3220	10,5612	7,07157	0,84890	3700,8	1 08 98 84	1178
1179	1 390 041	1 638 858 339	34,3366	10,5642	7,07242	0,84818	3703,9	1 09 17 36	1179
1180	1 392 400	1 643 032 000	34,3512	10,5672	7,07327	0,84746	3707,1	1 09 35 88	1180
1181	1 394 761	1 647 212 741	34,3657	10,5702	7,07412	0,84674	3710,2	1 09 54 43	1181
1182	1 397 124	1 651 400 568	34,3802	10,5732	7,07496	0,84602	3713,4	1 09 72 99	1182
1183	1 399 489	1 655 595 487	34,3948	10,5762	7,07581	0,84531	3716,5	1 09 91 56	1183
1184	1 401 856	1 659 797 504	34,4093	10,5791	7,07665	0,84459	3719,6	1 10 10 15	1184
1185	1 404 225	1 664 006 625	34,4238	10,5821	7,07750	0,84388	3722,8	1 10 28 76	1185
1186	1 406 596	1 668 222 856	34,4383	10,5851	7,07834	0,84317	3725,9	1 10 47 38	1186
1187	1 408 969	1 672 446 203	34,4529	10,5881	7,07918	0,84246	3729,1	1 10 66 02	1187
1188	1 411 344	1 676 676 672	34,4674	10,5910	7,08003	0,84175	3732,2	1 10 84 67	1188
1189	1 413 721	1 680 914 269	34,4819	10,5940	7,08087	0,84104	3735,4	1 11 03 34	1189
1190	1 416 100	1 685 159 000	34,4964	10,5970	7,08171	0,84034	3738,5	1 11 22 02	1190
1191	1 418 481	1 689 410 871	34,5108	10,6000	7,08255	0,83963	3741,6	1 11 40 72	1191
1192	1 420 864	1 693 669 888	34,5253	10,6029	7,08339	0,83893	3744,8	1 11 59 44	1192
1193	1 423 249	1 697 936 057	34,5398	10,6059	7,08423	0,83822	3747,9	1 11 78 17	1193
1194	1 425 636	1 702 209 384	34,5543	10,6089	7,08506	0,83752	3751,1	1 11 96 92	1194
1195	1 428 025	1 706 489 875	34,5688	10,6118	7,08590	0,83682	3754,2	1 12 15 68	1195
1196	1 430 416	1 710 777 536	34,5832	10,6148	7,08674	0,83612	3757,3	1 12 34 46	1196
1197	1 432 809	1 715 072 373	34,5977	10,6177	7,08757	0,83542	3760,5	1 12 53 26	1197
1198	1 435 204	1 719 374 392	34,6121	10,6207	7,08841	0,83472	3763,6	1 12 72 07	1198
1199	1 437 601	1 723 683 599	34,6266	10,6236	7,08924	0,83403	3766,8	1 12 90 89	1199
1200	1 440 000	1 728 000 000	34,6410	10,6266	7,09008	0,83333	3769,9	1 13 09 73	1200

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	ln n	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1200	1 440 000	1 728 000 000	34,6410	10,6266	7,09008	0,83333	3769,9	1 13 09 73	1200
1201	1 442 401	1 732 323 601	34,6555	10,6295	7,09091	0,83264	3773,1	1 13 28 59	1201
1202	1 444 804	1 736 654 408	34,6698	10,6325	7,09174	0,83195	3776,2	1 13 47 46	1202
1203	1 447 209	1 740 992 427	34,6843	10,6354	7,09257	0,83125	3779,3	1 13 66 35	1203
1204	1 449 616	1 745 337 664	34,6987	10,6384	7,09340	0,83056	3782,5	1 13 85 26	1204
1205	1 452 025	1 749 690 125	34,7131	10,6413	7,09423	0,82988	3785,6	1 14 04 18	1205
1206	1 454 436	1 754 049 816	34,7275	10,6443	7,09506	0,82919	3788,8	1 14 23 11	1206
1207	1 456 849	1 758 416 743	34,7419	10,6472	7,09589	0,82850	3791,9	1 14 42 07	1207
1208	1 459 264	1 762 790 912	34,7563	10,6501	7,09672	0,82781	3795,0	1 14 61 03	1208
1209	1 461 681	1 767 172 329	34,7707	10,6531	7,09755	0,82713	3798,2	1 14 80 02	1209
1210	1 464 100	1 771 561 000	34,7850	10,6560	7,09838	0,82645	3801,3	1 14 99 01	1210
1211	1 466 521	1 775 956 931	34,7994	10,6590	7,09920	0,82576	3804,5	1 15 18 03	1211
1212	1 468 944	1 780 360 128	34,8138	10,6619	7,10003	0,82508	3807,6	1 15 37 06	1212
1213	1 471 369	1 784 770 597	34,8281	10,6648	7,10085	0,82440	3810,8	1 15 56 11	1213
1214	1 473 796	1 789 188 344	34,8425	10,6678	7,10168	0,82372	3813,9	1 15 75 17	1214
1215	1 476 225	1 793 613 375	34,8568	10,6707	7,10250	0,82305	3817,0	1 15 94 24	1215
1216	1 478 656	1 798 045 696	34,8712	10,6736	7,10332	0,82237	3820,2	1 16 13 34	1216
1217	1 481 089	1 802 485 313	34,8855	10,6765	7,10414	0,82169	3823,3	1 16 32 45	1217
1218	1 483 524	1 806 932 232	34,8999	10,6795	7,10497	0,82102	3826,5	1 16 51 57	1218
1219	1 485 961	1 811 386 459	34,9142	10,6824	7,10579	0,82034	3829,6	1 16 70 71	1219
1220	1 488 400	1 815 848 000	34,9285	10,6853	7,10661	0,81967	3832,7	1 16 89 87	1220
1221	1 490 841	1 820 316 861	34,9428	10,6882	7,10743	0,81900	3835,9	1 17 09 04	1221
1222	1 493 284	1 824 793 048	34,9571	10,6911	7,10824	0,81833	3839,0	1 17 28 23	1222
1223	1 495 729	1 829 276 567	34,9714	10,6940	7,10906	0,81766	3842,2	1 17 47 43	1223
1224	1 498 176	1 833 767 424	34,9857	10,6970	7,10988	0,81699	3845,3	1 17 66 65	1224
1225	1 500 625	1 838 265 625	35,0000	10,6999	7,11070	0,81633	3848,5	1 17 85 88	1225
1226	1 503 076	1 842 771 176	35,0142	10,7028	7,11151	0,81566	3851,6	1 18 05 13	1226
1227	1 505 529	1 847 284 083	35,0286	10,7057	7,11233	0,81500	3854,7	1 18 24 40	1227
1228	1 507 984	1 851 804 352	35,0428	10,7086	7,11314	0,81433	3857,9	1 18 43 68	1228
1229	1 510 441	1 856 331 989	35,0571	10,7115	7,11396	0,81367	3861,0	1 18 62 98	1229
1230	1 512 900	1 860 867 000	35,0713	10,7144	7,11477	0,81301	3864,2	1 18 82 29	1230
1231	1 515 361	1 865 409 391	35,0856	10,7173	7,11558	0,81235	3867,3	1 19 01 62	1231
1232	1 517 824	1 869 959 168	35,0999	10,7202	7,11639	0,81169	3870,4	1 19 20 96	1232
1233	1 520 289	1 874 516 337	35,1141	10,7231	7,11721	0,81103	3873,6	1 19 40 32	1233
1234	1 522 756	1 879 080 904	35,1283	10,7260	7,11802	0,81037	3876,7	1 19 59 70	1234
1235	1 525 225	1 883 652 875	35,1426	10,7289	7,11883	0,80972	3879,9	1 19 79 09	1235
1236	1 527 696	1 888 232 256	35,1568	10,7318	7,11964	0,80906	3883,0	1 19 98 50	1236
1237	1 530 169	1 892 819 053	35,1710	10,7347	7,12044	0,80841	3886,2	1 20 17 92	1237
1238	1 532 644	1 897 413 272	35,1852	10,7376	7,12125	0,80775	3889,3	1 20 37 36	1238
1239	1 535 121	1 902 014 919	35,1994	10,7405	7,12206	0,80710	3892,4	1 20 56 81	1239
1240	1 537 600	1 906 624 000	35,2137	10,7434	7,12287	0,80645	3895,6	1 20 76 28	1240

2.1. (contiuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	ln n	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1240	1 537 600	1 906 624 000	35,2137	10,7434	7,12287	0,80645	3895,6	1 20 76 28	1240
1241	1 540 081	1 911 240 521	35,2278	10,7463	7,12367	0,80580	3898,7	1 20 95 77	1241
1242	1 542 564	1 915 864 488	35,2420	10,7491	7,12448	0,80515	3901,9	1 21 15 27	1242
1243	1 545 049	1 920 495 907	35,2562	10,7520	7,12528	0,80451	3905,0	1 21 34 79	1243
1244	1 547 536	1 925 134 784	35,2704	10,7549	7,12609	0,80386	3908,1	1 21 54 32	1244
1245	1 550 025	1 929 781 125	35,2845	10,7578	7,12689	0,80321	3911,3	1 21 73 87	1245
1246	1 552 516	1 934 434 936	35,2987	10,7607	7,12769	0,80257	3914,4	1 21 93 43	1246
1247	1 555 009	1 939 096 223	35,3128	10,7635	7,12850	0,80192	3917,6	1 22 13 01	1247
1248	1 557 504	1 943 764 992	35,3270	10,7664	7,12930	0,80128	3920,7	1 22 32 61	1248
1249	1 560 001	1 948 441 249	35,3412	10,7693	7,13010	0,80064	3923,8	1 22 52 22	1249
1250	1 562 500	1 953 125 000	35,3553	10,7722	7,13090	0,80000	3927,0	1 22 71 85	1250
1251	1 565 001	1 957 816 251	35,3695	10,7750	7,13170	0,79936	3930,1	1 22 91 49	1251
1252	1 567 504	1 962 515 008	35,3836	10,7779	7,13250	0,79872	3933,3	1 23 11 15	1252
1253	1 570 009	1 967 221 277	35,3977	10,7808	7,13330	0,79808	3936,4	1 23 30 82	1253
1254	1 572 516	1 971 935 064	35,4119	10,7836	7,13409	0,79745	3939,6	1 23 50 51	1254
1255	1 575 025	1 976 656 375	35,4260	10,7865	7,13489	0,79681	3942,7	1 23 70 22	1255
1256	1 577 536	1 981 385 216	35,4401	10,7894	7,13569	0,79618	3945,8	1 23 89 94	1256
1257	1 580 049	1 986 121 593	35,4542	10,7922	7,13648	0,79555	3949,0	1 24 09 68	1257
1258	1 582 564	1 990 865 512	35,4683	10,7951	7,13728	0,79491	3952,1	1 24 29 43	1258
1259	1 585 081	1 995 616 979	35,4824	10,7980	7,13807	0,79428	3955,3	1 24 49 20	1259
1260	1 587 600	2 000 376 000	35,4965	10,8008	7,13887	0,79365	3958,4	1 24 68 98	1260
1261	1 590 121	2 005 142 581	35,5105	10,8037	7,13966	0,79302	3961,5	1 24 88 78	1261
1262	1 592 644	2 009 916 728	35,5246	10,8065	7,14045	0,79239	3964,7	1 25 08 60	1262
1263	1 595 169	2 014 698 447	35,5387	10,8094	7,14125	0,79177	3967,8	1 25 28 43	1263
1264	1 597 696	2 019 487 744	35,5528	10,8122	7,14204	0,79114	3971,0	1 25 48 28	1264
1265	1 600 225	2 024 284 625	35,5669	10,8151	7,14283	0,79051	3974,1	1 25 68 14	1265
1266	1 602 756	2 029 089 096	35,5809	10,8179	7,14362	0,78989	3977,3	1 25 88 02	1266
1267	1 605 289	2 033 901 163	35,5950	10,8208	7,14441	0,78927	3980,4	1 26 07 91	1267
1268	1 607 824	2 038 720 832	35,6090	10,8236	7,14520	0,78864	3983,5	1 26 27 82	1268
1269	1 610 361	2 043 548 109	35,6231	10,8265	7,14598	0,78802	3986,7	1 26 47 75	1269
1270	1 612 900	2 048 383 000	35,6371	10,8293	7,14677	0,78740	3989,8	1 26 67 69	1270
1271	1 615 441	2 053 225 511	35,6511	10,8322	7,14756	0,78678	3993,0	1 26 87 64	1271
1272	1 617 984	2 058 075 648	35,6651	10,8350	7,14835	0,78616	3996,1	1 27 07 62	1272
1273	1 620 529	2 062 933 417	35,6791	10,8378	7,14913	0,78555	3999,2	1 27 27 61	1273
1274	1 623 076	2 067 798 824	35,6931	10,8407	7,14992	0,78493	4002,4	1 27 47 61	1274
1275	1 625 625	2 072 671 875	35,7072	10,8435	7,15070	0,78431	4005,5	1 27 67 63	1275
1276	1 628 176	2 077 552 576	35,7211	10,8463	7,15149	0,78370	4008,7	1 27 87 66	1276
1277	1 630 729	2 082 440 933	35,7351	10,8491	7,15227	0,78309	4011,8	1 28 07 72	1277
1278	1 633 284	2 087 336 952	35,7491	10,8520	7,15305	0,78247	4015,0	1 28 27 78	1278
1279	1 635 841	2 092 240 639	35,7631	10,8548	7,15383	0,78186	4018,1	1 28 47 87	1279
1280	1 638 400	2 097 152 000	35,7771	10,8577	7,15462	0,78125	4021,2	1 28 67 96	1280

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1280	1 638 400	2 097 152 000	35,7771	10,8577	7,15462	0,78125	4021,2	1 28 67 96	1280
1281	1 640 961	2 102 071 041	35,7910	10,8605	7,15540	0,78064	4024,4	1 28 88 08	1281
1282	1 643 524	2 106 997 768	35,8050	10,8633	7,15618	0,78003	4027,5	1 29 08 21	1282
1283	1 646 089	2 111 932 187	35,8190	10,8661	7,15696	0,77942	4030,7	1 29 28 35	1283
1284	1 648 656	2 116 874 304	35,8330	10,8690	7,15774	0,77882	4033,8	1 29 48 51	1284
1285	1 651 225	2 121 824 125	35,8469	10,8718	7,15851	0,77821	4036,9	1 29 68 69	1285
1286	1 653 796	2 126 781 656	35,8609	10,8746	7,15929	0,77760	4040,1	1 29 88 88	1286
1287	1 656 369	2 131 746 903	35,8748	10,8774	7,16007	0,77700	4043,2	1 30 00 09	1287
1288	1 658 944	2 136 719 872	35,8888	10,8802	7,16085	0,77640	4046,4	1 30 29 32	1288
1289	1 661 521	2 141 700 569	35,9026	10,8830	7,16162	0,77580	4049,5	1 30 49 56	1289
1290	1 664 100	2 146 689 000	35,9166	10,8859	7,16240	0,77519	4052,7	1 30 69 81	1290
1291	1 666 681	2 151 685 171	35,9305	10,8887	7,16317	0,77459	4055,8	1 30 90 08	1291
1292	1 669 264	2 156 689 088	35,9445	10,8915	7,16395	0,77399	4058,9	1 31 10 37	1292
1293	1 671 849	2 161 700 757	35,9583	10,8943	7,16472	0,77340	4062,1	1 31 30 67	1293
1294	1 674 436	2 166 720 184	35,9722	10,8971	7,16549	0,77280	4065,2	1 31 50 99	1294
1295	1 677 025	2 171 747 375	35,9861	10,8999	7,16627	0,77220	4068,4	1 31 71 32	1295
1296	1 679 616	2 176 782 336	36,0000	10,9027	7,16704	0,77160	4071,5	1 31 91 67	1296
1297	1 682 209	2 181 825 073	36,0139	10,9055	7,16781	0,77101	4074,6	1 32 12 04	1297
1298	1 684 804	2 186 875 592	36,0278	10,9083	7,16858	0,77042	4077,8	1 32 32 42	1298
1299	1 687 401	2 191 933 899	36,0416	10,9111	7,16935	0,76982	4080,9	1 32 52 82	1299
1300	1 690 000	2 197 000 000	36,0555	10,9139	7,17012	0,76923	4084,1	1 32 73 23	1300
1301	1 692 601	2 202 073 901	36,0693	10,9167	7,17089	0,76864	4087,2	1 32 03 66	1301
1302	1 695 204	2 207 155 608	36,0832	10,9195	7,17166	0,76805	4090,4	1 33 14 10	1302
1303	1 697 809	2 212 245 127	36,0971	10,9223	7,17242	0,76746	4093,5	1 33 34 56	1303
1304	1 700 416	2 217 342 464	36,1109	10,9252	7,17319	0,76687	4096,6	1 33 55 04	1304
1305	1 703 025	2 222 447 625	36,1248	10,9279	7,17396	0,76628	4099,8	1 33 75 53	1305
1306	1 705 636	2 227 560 616	36,1386	10,9307	7,17472	0,76570	4102,9	1 33 96 03	1306
1307	1 708 249	2 232 681 443	36,1525	10,9335	7,17549	0,76511	4106,1	1 34 16 56	1307
1308	1 710 864	2 237 810 112	36,1663	10,9363	7,17625	0,76453	4109,2	1 34 37 09	1308
1309	1 713 481	2 242 946 629	36,1801	10,9390	7,17702	0,76394	4112,3	1 34 57 65	1309
1310	1 716 100	2 248 091 000	36,1939	10,9418	7,17778	0,76336	4115,5	1 34 78 22	1310
1311	1 718 721	2 253 243 231	36,2077	10,9446	7,17855	0,76278	4118,6	1 34 98 80	1311
1312	1 721 344	2 258 403 328	36,2216	10,9474	7,17931	0,76220	4121,8	1 35 19 40	1312
1313	1 723 969	2 263 571 297	36,2354	10,9502	7,18007	0,76161	4124,9	1 35 40 02	1313
1314	1 726 596	2 268 747 144	36,2491	10,9530	7,18083	0,76104	4128,1	1 35 60 65	1314
1315	1 729 225	2 273 930 875	36,2629	10,9557	7,18159	0,76046	4131,2	1 35 81 30	1315
1316	1 731 856	2 279 122 496	36,2767	10,9585	7,18235	0,75988	4134,3	1 36 01 97	1316
1317	1 734 489	2 284 322 013	36,2905	10,9613	7,18311	0,75930	4137,5	1 36 22 64	1317
1318	1 737 124	2 289 529 432	36,3043	70,9641	7,18387	0,75873	4140,6	1 36 43 34	1318
1319	1 739 761	2 294 744 759	36,3180	10,9668	7,18463	0,75815	4143,8	1 36 64 05	1319
1320	1 742 400	2 299 968 000	36,3318	10,9696	7,18539	0,75758	4146,9	1 36 84 78	1320

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1320	1 742 400	2 299 968 000	36,3318	10,9696	7,18539	0,75758	4146,9	1 36 84 78	1320
1321	1 745 041	2 305 199 161	36,3455	10,9724	7,18614	0,75700	4150,0	1 37 05 52	1321
1322	1 747 684	2 310 438 248	36,3593	10,9751	7,18690	0,75643	4153,2	1 37 26 28	1322
1323	1 750 329	2 315 685 267	36,3731	10,9779	7,18766	0,75586	4156,3	1 37 47 05	1323
1324	1 752 976	2 320 940 224	36,3868	10,9807	7,18841	0,75529	4159,5	1 37 67 84	1324
1325	1 755 625	2 326 203 125	36,4006	10,9834	7,18917	0,75472	4162,6	1 37 88 65	1325
1326	1 758 276	2 331 473 976	36,4143	10,9862	7,18992	0,75414	4165,8	1 38 09 47	1326
1327	1 760 929	2 336 752 783	36,4280	10,9890	7,19068	0,75358	4168,9	1 38 30 30	1327
1328	1 763 584	2 342 039 552	36,4417	10,9917	7,19143	0,75301	4172,0	1 38 51 16	1328
1329	1 766 241	2 347 334 289	36,4555	10,9945	7,19218	0,75245	4175,2	1 38 72 02	1329
1330	1 768 900	2 352 637 000	36,4692	10,9972	7,19293	0,75188	4178,3	1 38 92 91	1330
1331	1 771 561	2 357 947 691	36,4828	11,0000	7,19369	0,75131	4181,5	1 39 13 81	1331
1332	1 774 224	2 363 266 368	36,4966	11,0027	7,19444	0,75075	4184,6	1 39 34 72	1332
1333	1 776 889	2 368 593 037	36,5103	11,0055	7,19519	0,75019	4187,7	1 39 55 65	1333
1334	1 779 556	2 373 927 704	36,5240	11,0083	7,19594	0,74963	4190,9	1 39 76 60	1334
1335	1 782 225	2 379 270 375	36,5376	11,0110	7,19669	0,74906	4194,0	1 39 97 56	1335
1336	1 784 896	2 384 621 056	36,5513	11,0138	7,19744	0,74850	4197,2	1 40 18 54	1336
1337	1 787 569	2 389 979 753	36,5650	11,0165	7,19818	0,74794	4200,3	1 40 39 53	1337
1338	1 790 244	2 395 346 472	36,5787	11,0193	7,19893	0,74738	4203,5	1 40 60 54	1338
1339	1 792 921	2 400 721 219	36,5924	11,0220	7,19968	0,74683	4206,6	1 40 81 57	1339
1340	1 795 600	2 406 104 000	36,6060	11,0247	7,20042	0,74627	4209,7	1 41 02 61	1340
1341	1 798 281	2 411 494 821	36,6197	11,0275	7,20117	0,74571	4212,9	1 41 23 67	1341
1342	1 800 964	2 416 893 688	36,6334	11,0302	7,20192	0,74516	4216,0	1 41 44 74	1342
1343	1 803 649	2 422 300 607	36,6470	11,0330	7,20266	0,74460	4219,2	1 41 65 83	1343
1344	1 806 336	2 427 715 584	36,6606	11,0357	7,20341	7,74405	4222,3	1 41 86 93	1344
1345	1 809 025	2 433 138 625	36,6742	11,0384	7,20415	0,74349	4225,4	1 42 08 05	1345
1346	1 811 716	2 438 569 736	36,6879	11,0412	7,20489	0,74294	4228,6	1 42 29 18	1346
1347	1 814 409	2 444 008 923	36,7015	11,0439	7,20564	0,74239	4231,7	1 42 50 33	1347
1348	1 817 104	2 449 456 192	36,7151	11,0466	7,20638	0,74184	4234,9	1 42 71 50	1348
1349	1 819 801	2 454 911 549	36,7287	11,0494	7,20712	0,74129	4238,0	1 42 92 68	1349
1350	1 822 500	2 460 375 000	36,7423	11,0521	7,20786	0,74074	4241,2	1 43 13 88	1350
1351	1 825 201	2 465 846 551	36,7560	11,0548	7,20860	0,74019	4244,3	1 43 35 10	1351
1352	1 827 904	2 471 326 208	36,7695	11,0575	7,20934	0,73965	4247,4	1 43 56 32	1352
1353	1 830 609	2 476 813 977	36,7832	11,0603	7,21008	0,73910	4250,6	1 43 77 57	1353
1354	1 833 316	2 482 309 864	36,7968	11,0630	7,21082	0,73855	4253,7	1 43 98 93	1354
1355	1 836 025	2 487 813 875	36,8103	11,0657	7,21156	0,73801	4256,9	1 44 20 11	1355
1356	1 838 736	2 493 326 016	36,8239	11,0684	7,21229	0,73747	4260,0	1 44 41 40	1356
1357	1 841 449	2 498 846 293	36,8375	11,0712	7,21303	0,73692	4263,1	1 44 62 71	1357
1358	1 844 164	2 504 374 712	36,8511	11,0739	7,21377	0,73638	4266,3	1 44 84 03	1358
1359	1 846 881	2 509 911 279	36,8646	11,0766	7,21450	0,73584	4269,4	1 45 05 37	1359
1360	1 849 600	2 515 456 000	36,8782	11,0793	7,21524	0,73529	4272,6	1 45 26 72	1360

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n} 10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1360	1 849 600	2 515 456 000	36,8782	11,0793	7,21524	0,73529	4272,6	1 45 26 72	**1360**
1361	1 852 321	2 521 008 881	36,8917	11,0820	7,21598	0,73475	4275,7	1 45 48 10	**1361**
1362	1 855 044	2 526 569 928	36,9053	11,0847	7,21671	0,73421	4278,8	1 45 69 48	**1362**
1363	1 857 769	2 532 139 147	36,9188	11,0875	7,21744	0,73368	4282,0	1 45 90 88	**1363**
1364	1 860 496	2 537 716 544	36,9323	11,0902	7,21818	0,73314	4285,1	1 46 12 30	**1364**
1365	1 863 225	2 543 302 125	36,9460	11,0929	7,21891	0,73260	4288,3	1 46 33 73	**1365**
1366	1 865 956	2 548 895 896	36,9595	11,0956	7,21964	0,73206	4291,4	1 46 55 18	**1366**
1367	1 868 689	2 554 497 863	36,9730	11,0983	7,22037	0,73153	4294,6	1 46 76 65	**1367**
1368	1 871 424	2 560 108 032	36,9865	11,1010	7,22111	0,73099	4297,7	1 46 98 13	**1368**
1369	1 874 161	2 565 726 409	37,0000	11,1037	7,22184	0,73046	4300,8	1 47 19 63	**1369**
1370	1 876 900	2 571 353 000	37,0135	11,1064	7,22257	0,72993	4304,0	1 47 41 14	**1370**
1371	1 879 641	2 576 987 811	37,0270	11,1091	7,22330	0,72939	4307,1	1 47 62 67	**1371**
1372	1 882 384	2 582 630 848	37,0405	11,1118	7,22402	0,72886	4310,3	1 47 84 21	**1372**
1373	1 885 129	2 588 282 117	37,0540	11,1145	7,22475	0,72833	4313,4	1 48 05 77	**1373**
1374	1 887 876	2 593 941 624	37,0675	11,1172	7,22548	0,72780	4316,5	1 48 27 34	**1374**
1375	1 890 625	2 599 609 375	37,0810	11,1199	7,22621	0,72727	4319,7	1 48 48 93	**1375**
1376	1 893 376	2 605 285 376	37,0945	11,1226	7,22694	0,72674	4322,8	1 48 70 54	**1376**
1377	1 896 129	2 610 969 633	37,1079	11,1253	7,22766	0,72622	4326,0	1 48 92 16	**1377**
1378	1 898 884	2 616 662 152	37,1214	11,1280	7,22839	0,72569	4329,1	1 49 13 80	**1378**
1379	1 901 641	2 622 362 939	37,1349	11,1307	7,22911	0,72516	4332,3	1 49 35 45	**1379**
1380	1 904 400	2 628 072 000	37,1484	11,1334	7,22984	0,72464	4335,4	1 49 57 12	**1380**
1381	1 907 161	2 633 789 341	37,1618	11,1361	7,23056	0,72411	4338,5	1 49 78 81	**1381**
1382	1 909 924	2 639 514 968	37,1753	11,1387	7,23129	0,72359	4341,7	1 50 00 51	**1382**
1383	1 912 689	2 645 248 887	37,1887	11,1414	7,23201	0,72307	4344,8	1 50 22 22	**1383**
1384	1 915 456	2 650 991 104	37,2022	11,1441	7,23273	0,72254	4348,0	1 50 43 96	**1384**
1385	1 918 225	2 656 741 625	37,2156	11,1468	7,23346	0,72202	4351,1	1 50 65 70	**1385**
1386	1 920 996	2 662 500 456	37,2290	11,1495	7,23418	0,72150	4354,2	1 50 87 47	**1386**
1387	1 923 769	2 668 267 603	37,2424	11,1522	7,23490	0,73098	4357,4	1 51 09 25	**1387**
1388	1 926 544	2 674 043 072	37,2559	11,1548	7,23562	0,72046	4360,5	1 51 31 04	**1388**
1389	1 929 321	2 679 826 869	37,2693	11,1575	7,23634	0,71994	4363,7	1 51 52 85	**1389**
1390	1 932 100	2 685 619 000	37,2827	11,1602	7,23706	0,71942	4366,8	1 51 74 68	**1390**
1391	1 934 881	2 691 419 471	37,2961	11,1629	7,23778	0,71891	4370,0	1 51 96 52	**1391**
1392	1 937 664	2 697 228 288	37,3095	11,1655	7,23850	0,71839	4373,1	1 52 18 38	**1392**
1393	1 940 449	2 703 045 457	37,3229	11,1682	7,23921	0,71787	4376,2	1 52 40 25	**1393**
1394	1 943 236	2 708 870 984	37,3363	11,1709	7,23993	0,71736	4379,4	1 52 62 14	**1394**
1395	1 946 025	2 714 704 875	37,3497	11,1735	7,24065	0,71685	4382,5	1 52 84 04	**1395**
1396	1 948 816	2 720 547 136	37,3630	11,1762	7,24137	0,71633	4385,7	1 53 05 97	**1396**
1397	1 951 609	2 726 397 773	37,3765	11,1789	7,24208	0,71582	4388,8	1 53 27 90	**1397**
1398	1 954 404	2 732 256 792	37,3899	11,1816	7,24280	0,71531	4391,9	1 53 49 85	**1398**
1399	1 957 201	2 738 124 199	37,4032	11,1842	7,24351	0,71480	4395,1	1 53 71 82	**1399**
1400	1 960 000	2 744 000 000	37,4166	11,1869	7,24423	0,71429	4398,2	1 53 93 80	**1400**

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1400	1 960 000	2 744 000 000	37,4166	11,1869	7,24423	0,71429	4398,2	1 53 93 80	**1400**
1401	1 962 801	2 749 884 201	37,4299	11,1896	7,24494	0,71378	4401,4	1 54 15 80	**1401**
1402	1 965 604	2 755 776 808	37,4433	11,1922	7,24566	0,71327	4404,5	1 54 37 82	**1402**
1403	1 968 409	2 761 677 827	37,4567	11,1949	7,24637	0,71276	4407,7	1 54 59 85	**1403**
1404	1 971 216	2 767 587 264	37,4700	11,1975	7,24708	0,71225	4410,8	1 54 81 89	**1404**
1405	1 974 025	2 773 505 125	37,4833	11,2002	7,24779	0,71174	4413,9	1 55 03 96	**1405**
1406	1 976 836	2 779 431 416	37,4966	11,2028	7,24850	0,71124	4417,1	1 55 26 03	**1406**
1407	1 979 649	2 785 366 143	37,5100	11,2055	7,24922	0,71073	4420,2	1 55 48 13	**1407**
1408	1 982 464	2 791 309 312	37,5233	11,2082	7,24993	0,71023	4423,4	1 55 70 24	**1408**
1409	1 985 281	2 797 260 929	37,5366	11,2108	7,25064	0,70972	4426,5	1 55 92 36	**1409**
1410	1 988 100	2 803 221 000	37,5500	11,2135	7,25134	0,70922	4429,6	1 56 14 50	**1410**
1411	1 990 921	2 809 189 531	37,5633	11,2161	7,25205	0,70872	4432,8	1 56 36 66	**1411**
1412	1 993 744	2 815 166 528	37,5766	11,2188	7,25276	0,70822	4435,9	1 56 58 83	**1412**
1413	1 996 569	2 821 151 997	37,5899	11,2214	7,25347	0,70771	4439,1	1 56 81 02	**1413**
1414	1 999 396	2 827 145 944	37,6032	11,2240	7,25418	0,70721	4442,2	1 57 03 22	**1414**
1415	2 002 225	2 833 148 375	37,6165	11,2267	7,25488	0,70671	4445,4	1 57 25 44	**1415**
1416	2 005 056	2 839 159 296	37,6298	11,2293	7,25559	0,70621	4448,5	1 57 47 67	**1416**
1417	2 007 889	2 845 178 713	37,6431	11,2320	7,25630	0,70572	4451,6	1 57 69 92	**1417**
1418	2 010 724	2 851 206 632	37,6563	11,2346	7,25700	0,70522	4454,8	1 57 92 19	**1418**
1419	2 013 561	2 857 243 059	37,6696	11,2373	7,25771	0,70472	4457,9	1 58 14 47	**1419**
1420	2 016 400	2 863 288 000	37,6829	11,2399	7,25841	0,70423	4461,1	1 58 36 77	**1420**
1421	2 019 241	2 869 341 461	37,6962	11,2425	7,25912	0,70373	4464,2	1 58 59 08	**1421**
1422	2 022 084	2 875 403 448	37,7094	11,2452	7,25982	0,70323	4467,3	1 58 81 41	**1422**
1423	2 024 929	2 881 473 967	37,7227	11,2478	7,26052	0,70274	4470,5	1 59 03 76	**1423**
1424	2 027 776	2 887 553 024	37,7359	11,2504	7,26123	0,70225	4473,6	1 59 26 12	**1424**
1425	2 030 625	2 893 640 625	37,7492	11,2531	7,26193	0,70175	4476,8	1 59 48 49	**1425**
1426	2 033 476	2 899 736 776	37,7625	11,2557	7,26263	0,70126	4479,9	1 59 70 88	**1426**
1427	2 036 329	2 905 841 483	37,7757	11,2584	7,26333	0,70077	4483,1	1 59 93 29	**1427**
1428	2 039 184	2 911 954 752	37,7889	11,2610	7,26403	0,70028	4486,2	1 60 15 71	**1428**
1429	2 042 041	2 918 076 589	37,8021	11,2636	7,26473	0,69979	4489,3	1 60 38 15	**1429**
1430	2 044 900	2 924 207 000	37,8153	11,2662	7,26543	0,69930	4492,5	1 60 60 61	**1430**
1431	2 047 761	2 930 345 991	37,8286	11,2689	7,26613	0,69881	4495,6	1 60 83 08	**1431**
1432	2 050 624	2 936 493 568	37,8418	11,2715	7,26683	0,69832	4498,8	1 61 05 56	**1432**
1433	2 053 489	2 942 649 737	37,8550	11,2741	7,26753	0,69784	4501,9	1 61 28 06	**1433**
1434	2 056 356	2 948 814 504	37,8682	11,2767	7,26822	0,69735	4505,0	1 61 50 58	**1434**
1435	2 059 225	2 954 987 875	37,8814	11,2793	7,26892	0,69686	4508,2	1 61 73 12	**1435**
1436	2 062 096	2 961 169 856	37,8946	11,2820	7,26962	0,69638	4511,3	1 61 95 66	**1436**
1437	2 064 969	2 967 360 453	37,9078	11,2846	7,27031	0,69589	4514,5	1 62 18 23	**1437**
1438	2 067 844	2 973 559 672	37,9210	11,2872	7,27101	0,69541	4517,6	1 62 40 81	**1438**
1439	2 070 721	2 979 767 519	37,9341	11,2898	7,27170	0,69493	4520,8	1 62 63 40	**1439**
1440	2 073 600	2 985 984 400	37,9473	11,2924	7,27240	0,69444	4523,9	1 62 86 02	**1440**

2.1. (continuare)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	ln n	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1440	2 073 600	2 985 984 000	37,9473	11,2924	7,27240	0,69444	4523,9	1 62 86 02	**1440**
1441	2 076 481	2 992 209 121	37,9605	11,2951	7,27309	0,69396	4527,0	1 63 08 64	**1441**
1442	2 079 364	2 998 442 888	37,9737	11,2976	7,27379	0,69348	4530,2	1 63 31 29	**1442**
1443	2 082 249	3 004 685 307	37,9868	11,3002	7,27448	0,69300	4533,3	1 63 53 95	**1443**
1444	2 085 136	3 010 936 384	38,0000	11,3029	7,27517	0,69252	4536,5	1 63 76 62	**1444**
1445	2 088 025	3 017 196 125	38,0132	11,3055	7,27586	0,69204	4539,6	1 63 99 31	**1445**
1446	2 090 916	3 023 464 536	38,0263	11,3081	7,27656	0,69156	4542,7	1 64 22 02	**1446**
1447	2 093 809	3 029 741 623	38,0395	11,3107	7,27725	0,69109	4545,9	1 64 44 74	**1447**
1448	2 096 704	3 036 027 392	38,0526	11,3133	7,27794	0,69061	4549,0	1 64 67 47	**1448**
1449	2 099 601	3 042 321 849	38,0657	11,3159	7,27863	0,69013	4552,2	1 64 90 23	**1449**
1450	2 102 500	3 048 625 000	38,0788	11,3185	7,27932	0,68966	4555,3	1 65 13 00	**1450**
1451	2 105 401	3 054 936 851	38,0920	11,3211	7,28001	0,68918	4558,5	1 65 35 78	**1451**
1452	2 108 304	3 061 257 408	38,1051	11,3237	7,28070	0,68871	4561,6	1 65 58 58	**1452**
1453	2 111 209	3 067 586 677	38,1183	11,3263	7,28139	0,68823	4564,7	1 65 81 40	**1453**
1454	2 114 116	3 073 924 664	38,1313	11,3289	7,28207	0,68776	4567,9	1 66 04 23	**1454**
1455	2 117 025	3 080 271 375	38,1445	11,3315	7,28276	0,68729	4571,0	1 66 27 08	**1455**
1456	2 119 936	3 086 626 816	38,1575	11,3341	7,28345	0,68681	4574,2	1 66 49 94	**1456**
1457	2 122 849	3 092 990 993	38,1707	11,3367	7,28413	0,68634	4577,3	1 66 72 82	**1457**
1458	2 125 764	3 099 363 912	38,1838	11,3393	7,28482	0,68587	4580,4	1 66 95 71	**1458**
1459	2 128 681	3 105 745 579	38,1969	11,3419	7,28551	0,68540	4583,6	1 67 18 62	**1459**
1460	2 131 600	3 112 136 000	38,2100	11,3445	7,28619	0,68493	4586,7	1 67 41 55	**1460**
1461	2 134 521	3 118 535 181	38,2230	11,3471	7,28688	0,68446	4589,9	1 67 64 49	**1461**
1462	2 137 444	3 124 943 128	38,2361	11,3496	7,28756	0,68399	4593,0	1 67 87 45	**1462**
1463	2 140 369	3 131 359 847	38,2492	11,3522	7,28824	0,68353	4596,2	1 68 10 42	**1463**
1464	2 143 296	3 137 785 344	38,2622	11,3548	7,28893	0,68306	4559,3	1 68 33 41	**1464**
1465	2 146 225	3 144 219 625	38,2753	11,3574	7,28961	0,68259	4602,4	1 68 56 41	**1465**
1466	2 149 156	3 150 662 696	38,2884	11,3600	7,29029	0,68213	4605,6	1 68 79 43	**1466**
1467	2 152 089	3 157 114 563	38,3015	11,3626	7,29097	0,68166	4608,7	1 69 02 47	**1467**
1468	2 155 024	3 163 575 232	38,3145	11,3652	7,29166	0,68120	4611,9	1 69 25 52	**1468**
1469	2 157 961	3 170 044 709	38,3275	11,3677	7,29234	0,68074	4615,0	1 69 48 59	**1469**
1470	2 160 900	3 176 523 000	38,3406	11,3703	7,29302	0,68027	4618,1	1 69 71 67	**1470**
1471	2 163 841	3 183 010 111	38,3536	11,3729	7,29370	0,67981	4621,3	1 69 94 77	**1471**
1472	2 166 784	3 189 506 048	38,3666	11,3755	7,29438	0,67935	4624,4	1 70 17 88	**1472**
1473	2 169 729	3 196 010 817	38,3797	11,3780	7,29506	0,67889	4627,6	1 70 41 01	**1473**
1474	2 172 676	3 202 524 424	38,3927	11,3806	7,29574	0,67843	4630,7	1 70 64 16	**1474**
1475	2 175 625	3 209 046 875	38,4057	11,3832	7,29641	0,67797	4633,8	1 70 87 32	**1475**
1476	2 178 576	3 215 578 176	38,4187	11,3858	7,29709	0,67751	4637,0	1 71 10 50	**1476**
1477	2 181 529	3 222 118 333	38,4317	11,3883	7,29777	0,67705	4640,1	1 71 33 69	**1477**
1478	2 184 484	3 228 667 352	38,4447	11,3909	7,29845	0,67659	4643,3	1 71 56 90	**1478**
1479	2 187 441	3 235 225 239	38,4578	11,3935	7,29912	0,67613	4646,4	1 71 80 12	**1479**
1480	2 190 400	3 241 792 000	38,4708	11,3960	7,29980	0,67568	4649,6	1 72 03 36	**1480**

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\ln n$	$\frac{1}{n}10^3$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1480	2 190 400	3 241 792 000	38,4708	11,3960	7,29980	0,67568	4649,6	1 72 03 36	1480
1481	2 193 361	3 248 367 641	38,4838	11,3986	7,30047	0,67522	4652,7	1 72 26 62	1481
1482	2 196 324	3 254 952 168	38,4967	11,4012	7,30115	0,67476	4655,8	1 72 49 89	1482
1483	2 199 289	3 261 545 587	38,5097	11,4037	7,30182	0,67431	4659,0	1 72 73 18	1483
1484	2 202 256	3 268 147 904	38,5227	11,4063	7,30250	0,67385	4662,1	1 72 96 48	1484
1485	2 205 225	3 274 759 125	38,5357	11,4088	7,30317	0,67340	4665,3	1 73 19 80	1485
1486	2 208 196	3 281 379 256	38,5487	11,4114	7,30384	0,67295	4668,4	1 73 43 13	1486
1487	2 211 169	3 288 008 303	38,5616	11,4140	7,30452	0,67250	4671,5	1 73 66 48	1487
1488	2 214 144	3 294 646 272	38,5746	11,4165	7,30519	0,67204	4674,7	1 73 89 85	1488
1489	2 217 121	3 301 293 169	38,5876	11,4191	7,30586	0,67159	4677,8	1 74 13 23	1489
1490	2 220 100	3 307 949 000	38,6005	11,4217	7,30653	0,67114	4681,0	1 74 36 62	1490
1491	2 223 081	3 314 613 771	38,6135	11,4242	7,30720	0,67069	4684,1	1 74 60 04	1491
1492	2 226 064	3 321 287 488	38,6264	11,4268	7,30787	0,67024	4687,3	1 74 83 47	1492
1493	2 229 049	3 327 970 157	38,6394	11,4293	7,30854	0,66979	4690,4	1 75 06 91	1493
1494	2 232 036	3 334 661 784	38,6523	11,4319	7,30921	0,66934	4693,5	1 75 30 37	1494
1495	2 235 025	3 341 362 375	38,6652	11,4344	7,30988	0,66890	4696,7	1 75 53 85	1495
1496	2 238 016	3 348 071 936	38,6782	11,4370	7,31055	0,66845	4699,8	1 75 77 34	1496
1497	2 241 009	3 354 790 473	38,6911	11,4395	7,31122	0,66800	4703,0	1 76 00 84	1497
1498	2 244 004	3 361 517 992	38,7040	11,4421	7,31189	0,66756	4706,1	1 76 24 37	1498
1499	2 247 001	3 368 254 499	38,7169	11,4446	7,31255	0,66711	4709,2	1 76 47 90	1499
1500	2 250 000	3 375 000 000	38,7299	11,4471	7,31322	0,66667	4712,4	1 76 71 46	1500

2.2. VALORILE 2^n

n	2^n	n	2^n
1	2	16	65536
2	4	17	131072
3	8	18	262144
4	16	19	524288
5	32	20	1048576
6	64	21	2097152
7	128	22	4194304
8	256	23	8388608
9	512	24	16777216
10	1024	25	33554432
11	2048	26	67108864
12	4096	27	134217728
13	8192	28	268435456
14	16384	29	536870912
15	32768	30	1073741824

n	2^n	n	2^n
31	21474 83648	66	73786 97629 48382 06464
32	42949 67296	67	14757 39525 89676 41292 8
33	85899 34592	68	29514 79051 79352 82585 6
34	17179 86918 4	69	59029 58103 58705 65171 2
35	34359 73836 8	70	11805 91620 71741 13034 24
36	68719 47673 6	71	23611 83241 43482 26068 48
37	13743 89534 72	72	47223 66482 86964 52136 96
38	27487 79069 44	73	94447 32965 73929 04273 92
39	54975 58138 88	74	18889 46593 14785 80854 784
40	10995 11627 776	75	37778 93186 29571 61709 568
41	21990 23255 552	76	75557 86372 59143 23419 136
42	43980 46511 104	77	15111 57274 51828 64683 8272
43	87960 93022 208	78	30223 14549 03657 29367 6544
44	17592 18604 4416	79	60446 29098 07314 58735 3088
45	35184 37208 8832	80	12089 25819 61462 91747 06176
46	70368 74417 7664	81	24178 51639 22925 83494 12352
47	14073 74883 55328	82	48357 03278 45851 66988 24704
48	28147 49767 10656	83	96714 06556 91703 33976 49408
49	56294 99534 21312	84	19342 81311 38340 66795 29881 6
50	11258 99906 84262 4	85	38685 62622 76681 33590 59763 2
51	22517 99813 68524 8	86	77371 25245 53362 67181 19526 4
52	45035 99627 37049 6	87	15474 25049 10672 53436 23905 28
53	90071 99254 74099 2	88	30948 50098 21345 06872 47810 56
54	18014 39850 94819 84	89	61897 00196 42690 13744 95621 12
55	36028 79701 89639 68	90	12379 40039 28538 02748 99124 224
56	72057 59403 79279 36	91	24758 80078 57076 05497 98248 448
57	14411 51880 75855 872	92	49517 60157 14152 10995 96496 896
58	28823 03761 51711 744	93	99035 20314 28304 21991 92993 792
59	57646 07523 03423 488	94	19807 04062 85660 84398 38598 7584
60	11529 21504 60684 6976	95	39614 08125 71321 68796 77197 5168
61	23058 43009 21369 3952	96	79228 16251 42643 37593 54395 0336
62	46116 86018 42738 7904	97	15845 63250 28528 67518 70879 00672
63	92233 72036 85477 5808	98	31691 26500 57057 35037 41758 01344
64	18446 74407 37095 51616	99	63382 53001 14114 70074 83516 02688
65	36893 48814 74191 03232	100	12676 50600 22822 94014 96703 20537 6
		101	25353 01200 45645 88029 93406 41075 2

2.3. PUTERILE 4, 5, 6, 7, 8 ALE NUMERELOR ÎNTREGI DE LA 1 LA 100

n	n^4	n^5	n^6	n^7	n^8
1	1	1	1	1	1
2	16	32	64	128	256
3	81	243	729	2187	6561
4	256	1024	4096	16384	65536
5	625	3125	15625	78125	390625
6	1296	7776	46656	279936	1679616
7	2401	16807	117649	823543	5764801
8	4096	32768	262144	2097152	16777216
9	6561	59049	531441	4782969	43046721
					× 10^8
10	10000	100000	1000000	10000000	1,000000
11	14641	161051	1771561	19487171	2,143589
12	20736	248832	2985984	35831808	4,299817
13	28561	371293	4826809	62748517	8,157307
14	38416	537824	7529536	105413504	14,757891
15	50625	759375	11390625	170859375	25,628906
16	65536	1048576	16777216	268435456	42,949673
17	83521	1419857	24137569	410338673	69,757574
18	104976	1889568	34012224	612220032	110,199606
19	130321	2476099	47045881	893871739	169,835630
				× 10^9	× 10^{10}
20	160000	3200000	64000000	1,280000	2,560000
21	194481	4084101	85766121	1,801089	3,782286
22	234256	5153632	113379904	2,494358	5,487587
23	279841	6436343	148035889	3,404825	7,831099
24	331776	7962624	191102976	4,586471	11,007531
25	390625	9765625	244140625	6,103516	15,258789
26	456976	11881376	308915776	8,031810	20,882706
27	531441	14348907	387420489	10,460353	28,242954
28	614656	17210368	481890304	13,492929	37,780200
29	707281	20511149	594823321	17,249876	50,024641
			× 10^8	× 10^{10}	× 10^{11}
30	810000	24300000	7,290000	2,187000	6,561000
31	923521	28629151	8,875037	2,751261	8,528910
32	1048576	33554432	10,737418	3,435974	10,995116
33	1185921	39135393	12,914680	4,261844	14,064086
34	1336336	45435424	15,448044	5,252335	17,857939
35	1500625	52521875	18,382656	6,433930	22,518754
36	1679616	60466176	21,767823	7,836416	28,211099
37	1874161	69343957	25,657264	9,493188	35,124795
38	2085136	79235168	30,109364	11,441558	43,477921
39	2313441	90224199	35,187438	13,723101	53,520093
			× 10^9	× 10^{10}	× 10^{12}
40	2560000	102400000	4,096000	16,384000	6,553600

n	n^4	n^5	n^6	n^7	n^8
			$\times 10^9$	$\times 10^{10}$	$\times 10^{12}$
40	2560000	102400000	4,096000	16,384000	6,553600
41	2825761	115856201	4,750104	19,475427	7,984925
42	3111696	130691232	5,489032	23,053933	9,682652
43	3418801	147008443	6,321363	27,181861	11,688200
44	3748096	164916224	7,256314	31,927781	14,048224
45	4100625	184528125	8,303766	37,366945	16,815125
46	4477456	205962976	9,474297	43,581766	20,047612
47	4879681	229345007	10,779215	50,662312	23,811287
48	5308416	254803968	12,230590	58,706834	28,179280
49	5764801	282475249	13,841287	67,822307	33,232931
			$\times 10^9$	$\times 10^{11}$	$\times 10^{13}$
50	6250000	312500000	15,625000	7,812500	3,906250
51	6765201	345025251	17,596288	8,974107	4,576794
52	7311616	380204032	19,770610	10,280717	4,345973
53	7890481	418195493	22,164361	11,747111	6,225969
54	8503056	459165024	24,794911	13,389252	7,230196
55	9150625	503284375	27,680641	15,224352	8,373394
56	9834496	550731776	30,840979	17,270948	9,671737
57	10556001	601692057	34,296447	19,548975	11,142916
58	11316496	656356768	38,068693	22,079842	12,806308
59	12117361	714924299	42,180534	24,886515	14,683044
		$\times 10^8$	$\times 10^{10}$	$\times 10^{11}$	$\times 10^{13}$
60	12960000	7,776000	4,665600	27,993600	16,796160
61	13845841	8,445963	5,152037	31,427428	19,170731
62	14776336	9,161328	5,680024	35,216146	21,834011
63	15752961	9,924365	6,252350	39,389806	24,815578
64	16777216	10,737418	6,871948	43,980465	28,147498
65	17850625	11,602906	7,541889	49,022279	31,864481
66	18974736	12,523326	8,265395	54,551607	36,004061
67	20151121	13,501251	9,045838	60,607116	40,606768
68	21381376	14,539336	9,886748	67,229888	45,716324
69	22667121	15,640313	10,791816	74,463533	51,379837
		$\times 10^8$	$\times 10^{10}$	$\times 10^{12}$	$\times 10^{14}$
70	24010000	16,807000	11,764900	8,235430	5,764801
71	25411681	18,042294	12,810028	9,095120	6,457535
72	26873856	19,349176	13,931407	10,030613	7,222041
73	28398241	20,730716	15,133423	11,047399	8,064601
74	29986576	22,190066	16,420649	12,151280	8,991947
75	31640625	23,730469	17,797852	13,348389	10,011292
76	33362176	25,355254	19,269993	14,645195	11,130348
77	35153041	27,067842	20,842238	16,048523	12,357363
78	37015056	28,871744	22,519960	17,565569	13,701144
79	38950081	30,770564	24,308746	19,203909	15,171088
80	40960000	32,768000	26,214400	20,971520	16,777216

2.3 (continuare)

n	n^4	n^5	n^6	n^7	n^8
		$\times 10^8$	$\times 10^{10}$	$\times 10^{12}$	$\times 10^{14}$
80	40960000	32,768000	26,214400	20,971520	16,777216
81	43046721	34,867844	28,242954	22,876792	18,530202
82	45212176	37,073984	30,400667	24,928547	20,441409
83	47458321	39,390406	32,694037	27,136051	22,522922
84	49787136	41,821194	35,129803	29,509035	24,787589
85	52200625	44,370531	37,714952	32,057709	27,249053
86	54700816	47,042702	40,456724	34,792782	29,921793
87	57289761	49,842092	43,362620	37,725479	32,821167
88	59969536	52,773192	46,440409	40,867560	35,963452
89	62742241	55,840594	49,698129	44,231335	39,365888
		$\times 10^9$	$\times 10^{11}$	$\times 10^{13}$	$\times 10^{15}$
90	65610000	5,904900	5,314410	4,782969	4,304672
91	68574961	6,240321	5,678693	5,167610	4,702525
92	71639296	6,590815	6,063550	5,578466	5,132189
93	74805201	6,956884	6,469902	6,017009	5,595818
94	78074896	7,339040	6,898698	6,484776	6,095689
95	81450625	7,737809	7,350919	6,983373	6,634204
96	84934656	8,153727	7,827578	7,514475	7,213896
97	88529281	8,587340	8,329720	8,079828	7,837434
98	92236816	9,039208	8,858424	8,681255	8,507630
99	96059601	9,509900	9,414801	9,320653	9,227447
100	100000000	10,000000	10,000000	10,000000	10,000000

2.4. SUMA PUTERILOR NUMERELOR ÎNTREGI

Tabelul conţine sumele

$$\sum_{k=1}^{n} k^m$$

pentru

$$m = 1, 2, 3, 4 \text{ şi } 1 \leqslant n \leqslant 40 \text{ (v. 2.15.4)}$$

2.4.

n	Σk	Σk^2	Σk^3	Σk^4
1	1	1	1	1
2	3	5	9	17
3	6	14	36	98
4	10	30	100	354
5	15	55	225	979
6	21	91	441	2275
7	28	140	784	4676
8	36	204	1296	8772
9	45	285	2025	15333
10	55	385	3025	25333
11	66	506	4356	39974
12	78	650	6084	60710
13	91	819	8281	89271
14	105	1015	11025	127687
15	120	1240	14400	178312
16	136	1496	18496	243848
17	153	1785	23409	327369
18	171	2109	29241	432345
19	190	2470	36100	562666
20	210	2870	44100	722666
21	231	3311	53361	917147
22	253	3795	64009	1151403
23	276	4324	76176	1431244
24	300	4900	90000	1763020
25	325	5525	105625	2153645
26	351	6201	123201	2610621
27	378	6930	142884	3142062
28	406	7714	164836	3756718
29	435	8555	189225	4463999
30	465	9455	216225	5273999
31	496	10416	246016	6197520
32	528	11440	278784	7246096
33	561	12529	314721	8432017
34	595	13685	454025	9768353
35	630	14910	396900	11268978
36	666	16206	443556	12948594
37	703	17575	494209	14822755
38	741	19019	549081	16907891
39	780	20540	608400	19221332
40	820	22140	672400	21781332

2.5. CÎTEVA PUTERI, FACTORIALE ŞI FACTORIALE RECIPROCE[1])

n	2^n	3^n	$1/2^n$	$1/3^n$	$n!$	$1/(n!)$
1	2	3	0,50000	0,33333	1	1,000000
2	4	9	0,25000	0,11111	2	0,500000
3	8	27	0,12500	0,03704	6	1,166667
4	16	81	0,06250	0,01235	24	$0{,}416667 \cdot 10^{-1}$
5	32	243	0,03125	0,00412	120	$0{,}833333 \cdot 10^{-2}$
6	64	729	0,01562	0,00137	720	$0{,}138889 \cdot 10^{-2}$
7	128	2187	0,00781	0,00046	5040	$0{,}198413 \cdot 10^{-3}$
8	246	6561	0,00391	0,00015	40320	$0{,}248016 \cdot 10^{-4}$
9	512	19683	0,00195	0,00005	362880	$0{,}275573 \cdot 10^{-5}$
10	1024	59049	0,00098	0,00002	$36288 \cdot 10^{2}$	$0{,}275573 \cdot 10^{-6}$
11	2048	177147	0,00049	0,00001	$399168 \cdot 10^{2}$	$0{,}250521 \cdot 10^{-7}$
12	4096	531441	0,00024	—	$479002 \cdot 10^{3}$	$0{,}208768 \cdot 10^{-8}$
13	8192	1594323	0,00012	—	$622702 \cdot 10^{4}$	$0{,}160590 \cdot 10^{-9}$
14	16384	4782969	0,00006	—	$871783 \cdot 10^{5}$	$0{,}114707 \cdot 10^{-10}$
15	32768	14348907	0,00003	—	$130767 \cdot 10^{7}$	$0{,}764716 \cdot 10^{-12}$
16	65536	43046721	0,00002	—	$209228 \cdot 10^{8}$	$0{,}477948 \cdot 10^{-13}$
17	131072	129140163	0,00001	—	$355687 \cdot 10^{9}$	$0{,}281146 \cdot 10^{-14}$
18	262144	387420489	—	—	$640237 \cdot 10^{10}$	$0{,}156192 \cdot 10^{-16}$
19	524288	1162261467	—	—	$121645 \cdot 10^{12}$	$0{,}822064 \cdot 10^{-17}$
20	1048576	3486784401	—	—	$243290 \cdot 10^{13}$	$0{,}411032 \cdot 10^{-18}$

[1]) Pentru valori mai mari este valabilă formula $n! \sim \sqrt{2\pi n}\, n^n e^{-n}$ (v. tabelul 2.16)

2.6. RĂDĂCINILE PĂTRATE ŞI CUBICE ALE UNOR FRACŢII

n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
1/3	0,57735	0,69336	3/7	0,65465	0,75395	1/9	0,33333	0,48075
2/3	0,81650	0,87358	4/7	0,75593	0,82983	2/9	0,47140	0,60571
1/4	0,50000	0,62996	5/7	0,84515	0,89320	4/9	0,66667	0,76314
3/4	0,86603	0,90856	6/7	0,92582	0,94991	5/9	0,74536	0,82207
1/6	0,40825	0,55032	1/8	0,35355	0,50000	7/9	0,88192	0,91964
5/6	0,91287	0,94104	3/8	0,61237	0,72112	1/12	0,28868	0,43679
1/7	0,37796	0,52276	5/8	0,79057	0,85499	5/12	0,64550	0,74690
2/7	0,53452	0,65863	7/8	0,93541	0,95647	7/12	0,76376	0,83555

2.7. VALORILE UNOR FRACŢII OBIŞNUITE

1/32 2/64 = 0,03125
1/16 2/32 4/64 = ,0625
3/32 6/64 = ,09375
1/8 4/32 8/64 = ,125
5/32 10/64 = ,15625
3/16 6/32 12/64 = ,1875
7/32 14/64 = ,21875
1/4 8/32 16/64 = ,25
9/32 18/64 = ,28125
5/16 10/32 20/64 = ,3125
11/32 22/64 = ,34375
3/8 12/32 24/64 = ,375
13/32 26/64 = ,40625
7/16 14/32 28/64 = ,4375
15/32 30/64 = ,46875
1/2 16/32 32/64 = ,50

17/32 34/64 = 0,53125
9/16 18/32 36/64 = ,5625
19/32 38/64 = ,59375
5/8 20/32 40/64 = ,625
21/32 42/64 = ,65625
11/16 22/32 44/64 = ,6875
23/32 46/64 = ,71875
3/4 24/32 48/64 = ,75
25/32 50/64 = ,78125
13/16 26/32 52/64 = ,8125
27/32 54/64 = ,84375
7/8 28/32 56/64 = ,875
29/32 58/64 = ,90625
15/16 30/32 60/64 = ,9375
31/32 62/64 = ,96875

2.8. FACTORIALII NUMERELOR DE LA 1 LA 100 ŞI LOGARITMII LOR ZECIMALI

n	$n!$	lg $n!$	n	$n!$	lg $n!$
			15	$1{,}3077 \times 10^{12}$	12,11650
1	1,0000	0,00000	16	$2{,}0923 \times 10^{13}$	13,32062
2	2,0000	0,30103	17	$3{,}5569 \times 10^{14}$	14,55107
3	6,0000	0,77815	18	$6{,}4024 \times 10^{15}$	15,80634
4	$2{,}4000 \times 10$	1,38021	19	$1{,}2165 \times 10^{17}$	17,08509
5	$1{,}2000 \times 10^{2}$	2,07918	20	$2{,}4329 \times 10^{18}$	18,38612
6	$7{,}2000 \times 10^{2}$	2,85733	21	$5{,}1091 \times 10^{19}$	19,70834
7	$5{,}0400 \times 10^{3}$	3,70243	22	$1{,}1240 \times 10^{21}$	21,05077
8	$4{,}0320 \times 10^{4}$	4,60552	23	$2{,}5852 \times 10^{22}$	22,41249
9	$3{,}6288 \times 10^{5}$	5,55976	24	$6{,}2045 \times 10^{23}$	23,79271
10	$3{,}6288 \times 10^{6}$	6,55976	25	$1{,}5511 \times 10^{25}$	25,19065
11	$3{,}9917 \times 10^{7}$	7,60116	26	$4{,}0329 \times 10^{26}$	26,60562
12	$4{,}7900 \times 10^{8}$	8,68034	27	$1{,}0889 \times 10^{28}$	28,03698
13	$6{,}2270 \times 10^{9}$	9,79428	28	$3{,}0489 \times 10^{29}$	29,48414
14	$8{,}7178 \times 10^{10}$	10,94041	29	$8{,}8418 \times 10^{30}$	30,94654
15	$1{,}3077 \times 10^{12}$	12,11650	30	$2{,}6525 \times 10^{32}$	32,42366

2.8 (continuare)

n	$n!$	lg $n!$	n	$n!$	lg $n!$
30	$2{,}6525 \times 10^{32}$	32,42366	65	$8{,}2477 \times 10^{90}$	90,91633
31	$8{,}2228 \times 10^{33}$	33,91502	66	$5{,}4435 \times 10^{92}$	92,73587
32	$2{,}6313 \times 10^{35}$	35,42017	67	$3{,}6471 \times 10^{94}$	94,56195
33	$8{,}6833 \times 10^{36}$	36,93869	68	$2{,}4800 \times 10^{96}$	96,39446
34	$2{,}9523 \times 10^{38}$	38,47016	69	$1{,}7112 \times 10^{98}$	98,23331
35	$1{,}0333 \times 10^{40}$	40,01423	70	$1{,}1979 \times 10^{100}$	100,07841
36	$3{,}7199 \times 10^{41}$	41,57054	71	$8{,}5048 \times 10^{101}$	101,92966
37	$1{,}3764 \times 10^{43}$	43,13874	72	$6{,}1234 \times 10^{103}$	103,78700
38	$5{,}2302 \times 10^{44}$	44,71852	73	$4{,}4701 \times 10^{105}$	105,65032
39	$2{,}0398 \times 10^{46}$	46,30959	74	$3{,}3079 \times 10^{107}$	107,51955
40	$8{,}1592 \times 10^{47}$	47,91165	75	$2{,}4809 \times 10^{109}$	109,39461
41	$3{,}3453 \times 10^{49}$	49,52443	76	$1{,}8855 \times 10^{111}$	111,27543
42	$1{,}4050 \times 10^{51}$	51,14768	77	$1{,}4518 \times 10^{113}$	113,16192
43	$6{,}0415 \times 10^{52}$	52,78115	78	$1{,}1324 \times 10^{115}$	115,05401
44	$2{,}6583 \times 10^{54}$	54,42460	79	$8{,}9462 \times 10^{116}$	116,95164
45	$1{,}1962 \times 10^{56}$	56,07781	80	$7{,}1569 \times 10^{118}$	118,85473
46	$5{,}5026 \times 10^{57}$	57,74057	81	$5{,}7971 \times 10^{120}$	120,76321
47	$2{,}5862 \times 10^{59}$	59,41267	82	$4{,}7536 \times 10^{122}$	122,67703
48	$1{,}2414 \times 10^{61}$	61,09391	83	$3{,}9455 \times 10^{124}$	124,59610
49	$6{,}0828 \times 10^{62}$	62,78410	84	$3{,}3142 \times 10^{126}$	126,52038
50	$3{,}0414 \times 10^{64}$	64,48307	85	$2{,}8171 \times 10^{128}$	128,44980
51	$1{,}5511 \times 10^{66}$	66,19065	86	$2{,}4227 \times 10^{130}$	130,38430
52	$8{,}0658 \times 10^{67}$	67,90665	87	$2{,}1078 \times 10^{132}$	132,32382
53	$4{,}2749 \times 10^{69}$	69,63092	88	$1{,}8548 \times 10^{134}$	134,26830
54	$2{,}3084 \times 10^{71}$	71,36332	89	$1{,}6508 \times 10^{136}$	136,21769
55	$1{,}2696 \times 10^{73}$	73,10368	90	$1{,}4857 \times 10^{138}$	138,17194
56	$7{,}1100 \times 10^{74}$	74,85187	91	$1{,}3520 \times 10^{140}$	140,13098
57	$4{,}0527 \times 10^{76}$	76,60774	92	$1{,}2438 \times 10^{142}$	142,09477
58	$2{,}3506 \times 10^{78}$	78,37117	93	$1{,}1568 \times 10^{144}$	144,06325
59	$1{,}3868 \times 10^{80}$	80,14202	94	$1{,}0874 \times 10^{146}$	146,03638
60	$8{,}3210 \times 10^{81}$	81,92017	95	$1{,}0330 \times 10^{148}$	148,01410
61	$5{,}0758 \times 10^{83}$	83,70550	96	$9{,}9168 \times 10^{149}$	149,99637
62	$3{,}1470 \times 10^{85}$	85,49790	97	$9{,}6193 \times 10^{151}$	151,98314
63	$1{,}9826 \times 10^{87}$	87,29724	98	$9{,}4269 \times 10^{153}$	153,97437
64	$1{,}2689 \times 10^{89}$	89,10342	99	$9{,}3326 \times 10^{155}$	155,97000
65	$8{,}2477 \times 10^{90}$	90,91633	100	$9{,}3326 \times 10^{157}$	157,97000

Observație. Pentru valori n mari sînt valabile ecuațiile:

$$n! \simeq \sqrt{2\pi n}(n/e)^n$$

$$\ln n! \simeq n \ln n - n$$

2.9. VALORILE COEFICIENȚILOR BINOMIALI

$$C_m^n = \binom{m}{n} = \frac{m(m-1)(m-2)\dots(m-n+1)}{1\cdot 2\cdot 3\cdots n}$$

n m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1										
1	1										
2	1	2									
3	1	3									
4	1	4	6								
5	1	5	10								
6	1	6	15	20							
7	1	7	21	35							
8	1	8	28	56	70						
9	1	9	36	84	126						
10	1	10	45	120	210	252					
11	1	11	55	165	330	462					
12	1	12	66	220	495	792	924				
13	1	13	78	286	715	1287	1716				
14	1	14	91	364	1001	2002	3003	3432			
15	1	15	105	455	1365	3003	5005	6435			
16	1	16	120	560	1820	4368	8008	11440	12870		
17	1	17	136	680	2380	6188	12376	19448	24310		
18	1	18	153	816	3060	8568	18564	31824	43758	48620	
19	1	19	171	969	3876	11628	27132	50388	75582	92378	
20	1	20	190	1140	4845	15504	38760	77520	125970	167960	184756

Coeficienții egal depărtați de extreme sînt egali între ei, astfel:

$$C_m^p = C_m^{m-p}.\ \text{De exemplu: } C_{14}^{12} = {}_{14}^{14-12} = C_{14}^{2}\ (\text{v. } 2.15)$$

2.10. LOGARITMII ZECIMALI (BRIGGS)

Prin definiție $n = 10^{\lg n}$; astfel rezultă imediat:

$\lg\ 1 = 0$; $\lg\ 100 = 2$
$\lg\ 10 = 1$; $\lg\ 1000 = 3$ etc.
$\lg\ 2 = 0{,}30103$
$\lg\ 20 = 1{,}30103$
$\lg\ 200 = 2{,}30103$ etc.

Logaritmii numerelor între 0 şi 1 sînt negativi astfel:

$\lg 0.1 = \bar{1}$
$\lg 0{,}01 = \bar{2}$
$\lg 0{,}001 = \bar{3}$ etc.
$\lg 0{,}2 = \bar{1} + 0{,}30103 = -0{,}69897 = \bar{1}{,}30103$.

Partea dinaintea virgulei reprezintă caracteristica, iar partea zecimală reprezintă mantisa logaritmului.

Tabelul conţine numai mantisele pozitive: astfel, pentru numărul (antilogaritm) 262, $\lg 262 = 2{,}4183$, iar pentru numărul 0,00262 $\lg 0{,}00262 = \bar{3}{,}4183$ sau $\lg 0{,}00262 = -3 + {} + 0{,}4183 = -2{,}5817$.

Conform definiţiei $262 = 10^2 \cdot 10^{0{,}4183} = 2{,}62\ 10^2$, respectiv $0{,}00262 = 2{,}62 \cdot 10^{\bar{3}} = {} = 10^{0{,}4183} \cdot 10^{\bar{3}} = 10^{-2{,}5317}$.

Conform relaţiei de definiţie se obţin imediat formulele de calcul logaritmic:

$\lg ab = \lg a + \lg b$
$\lg(a/b) = \lg a - \lg b = \lg a + \operatorname{colg} b$ în care $\operatorname{colg} b = -\lg b$
$\lg a^n = n \lg a$
$\lg \sqrt[n]{a} = \lg a^{\frac{1}{n}} = \frac{1}{n} \lg a$
$\lg^{-1} \lg n = \operatorname{antilg} \lg n = n$.

Cu ajutorul logaritmilor se pot efectua calcule complicate reducîndu-le la simple adunări.

Exemplul 1. Calculul logaritmului unui număr care nu este conţinut în tabelă se face prin interpolare liniară.

Astfel pentru $n = 853{,}45$; $\lg 853 = 3{,}9309$; coloana părţilor proporţionale dă pentru 0,45, $\triangle \simeq 3$, deci $\lg 853{,}45 = 3{,}9312$.

Exemplul 2: Determinarea antilogaritmului n pentru $\lg n = 6{,}00062$; tabelul arată că pentru mantisa 0,00043 corespunde antilogaritmul 1,001, iar cu ajutorul coloanelor de părţi proporţionale la $\triangle = 62 - 43 = 19$ (între 17 şi 22) se obţine diferenţa de 0,00045 deci $n = {} = 1{,}00145 \cdot 10^6$.

Exemplul 3. Efectuarea unor calcule complicate se realizează cu ajutorul formulelor de calcul date mai înainte:

$$\frac{53{,}3 \cdot 0{,}73^{0{,}62} \sqrt[3]{354}}{83{,}565} = n$$

$\lg 53{,}3 = \qquad\qquad = 1{,}7267$

$\lg 0{,}73^{0{,}62} = 0{,}62 \lg 0{,}73 = 0{,}62 \cdot \bar{1}{,}8633 =$
$= 0{,}62(-0{,}1367) = -0{,}8500 \qquad\qquad = \bar{1}{,}1500$

$\lg \sqrt[3]{354} = \frac{\lg 354}{3} = \frac{2{,}5490}{3} = \qquad\qquad = 0{,}8497$

$\lg 83{,}565 = 1{,}9221$; $\operatorname{colg} 83{,}565 \qquad\qquad = \bar{2}{,}0779$

$\lg n = \Sigma \qquad = \bar{1}{,}8043$
$n = 0{,}6373$

Trebuie să se remarce că adunările, înmulţirile şi împărţirile logaritmilor se efectuează ţinînd seama de semnul caracteristicii şi a mantisei care în tabele este pozitiv.

Pentru transformarea logaritmilor zecimali în logaritmi naturali v. 2.11.

2.10.1 Mantisele logaritmilor zecimali

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Părţi proporţionale								
											1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	11	15	19	23	27	30	34
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Părţi proporţionale								
											1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4

2.10.1 (continuare)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Părţi proporţionale								
											1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	0	1	1	2	2	3	3	3	4
100	00000	00043	00087	00130	00173	00217	00260	00303	00346	00389	4	9	13	17	22	26	30	35	39
101	00432	00475	00518	00561	00604	00647	00689	00732	00775	00817	4	9	13	17	22	26	30	34	39
102	00860	00903	00945	00988	01030	01072	01115	01157	01199	01242	4	8	13	17	21	25	30	34	38
103	01284	01326	01368	01410	01452	01494	01536	01578	01620	01662	4	8	13	17	21	25	29	34	38
104	01703	01745	01787	01828	01870	01912	01953	01995	02036	02078	4	8	12	17	21	25	29	33	37
105	02119	02160	02202	02243	02284	02325	02366	02407	02449	02490	4	8	12	16	21	25	29	33	37
106	02531	02572	02612	02653	02694	02735	02776	02816	02857	02898	4	8	12	16	20	24	28	32	36
107	02938	02979	03019	03060	03100	03141	03181	03222	03262	03302	4	8	12	16	20	24	28	32	36
108	03342	03383	03423	03463	03503	03543	03583	03623	03663	03703	4	8	12	16	20	24	28	32	36
109	03743	03782	03822	03862	03902	03941	03981	04021	04060	04100	4	8	12	16	20	24	28	31	36
110	04139	04179	04218	04258	04297	04336	04376	04415	04454	04493	4	8	12	16	20	24	28	31	36

2.11. CONSTANTELE ŞI TRANSFORMĂRILE LOGARITMILOR

Tabela conţine constantele importante ale calculului cu logaritmi şi modulii de transformare.

În general pentru logaritmii în două baze a şi b ai unui număr n se poate scrie:

$$\log_a n = \log_b n / \log_b a$$

Astfel:

$$\lg n = \ln n / \ln 10$$

respectiv

$$\ln n = \lg n / \lg e$$

Se obţine:

$$\lg n = M \ln n = 0{,}4342944819 \ln n \approx 0{,}4343 \ln n$$

şi

$$\ln n = \frac{1}{M} \lg n = 2{,}3025850930 \lg n \approx 2{,}303 \lg n.$$

$e \quad = 2{,}718281828459045$

$1/e \quad = 0{,}3678794412$

$M \quad = \lg e = 0{,}4342944819032518276 5$

$1/M = \ln 10 = 2{,}302585092994045684 02$

$\lg M = \lg\lg\ e = \bar{1}{,}6377843113$

$\ln\ 2 = 0{,}6931471806;\ \lg\ 2 = 0{,}3010299957$

$\ln\ 3 = 1{,}0986122887;\ \lg 3 = 0{,}4771212547$

2.12. LOGARITMI NATURALI (NAPIER)

Logaritmii naturali corespund bazei $e = 2{,}718$ (v. 2.13).

În numeroase calcule intervin valorile ln n pentru n relativ mic; tabelul 2.12.1 conține aceste valori pentru numerele cu trei zecimale de la 0,000 la 0,999, iar tabelul 2.12.2 pentru numerele cu două zecimale de la 1,01 la 10,00, pentru numerele din 0,25 în 0,25 între 10 și 15, pentru numerele din 0,5 în 0,5 de la 15 la 20 (v. 2.1).

Pentru numerele care nu sînt conținute în tabel se fac interpolări liniare. Valorile, notate cu asterisc se referă la caracteristica indicată în rîndul inferior.

Operațiile cu logaritmi naturali sînt analoge cu cele indicate la logaritmii în baza zece (v. 2.10).

Pentru transformarea logaritmilor naturali în logaritmi zecimali sau invers vezi 2.11.

2.12.1. Logaritmii naturali ai numerelor de la 0,000 la 0,999

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	−∞	−6 ,90776	−6 ,21461	−5 ,80914	−5 ,52146	−5 ,29832	−5 ,11600	−4 ,96185	−4 ,82831	−4 ,71053
,01	− 4,60517	,50986	,42285	,34281	,26870	,19971	,13517	,07454	,01738	*,96332
,02	− 3,91202	,86323	,81671	,77226	,72970	,68888	,64966	,61192	,57555	,54046
,03	,50656	,47377	,44202	,41125	,38139	,35241	,32424	,29684	,27017	,24419
,04	,21888	,19418	,17009	,14656	,12357	,10109	,07911	,05761	,03655	,01593
,05	− 2,99573	,97593	,95651	,93746	,91877	,90042	,88240	,86470	,84731	,83022
,06	,81341	,79688	,78062	,76462	,74887	,73337	,71810	,70306	,68825	,67365
,07	,65926	,64508	,63109	,61730	,60369	,59027	,57702	,56395	,55105	,53831
,08	,52573	,51331	,50104	,48891	,47694	,46510	,45341	,44185	,43042	,41912
,09	,40795	,39690	,38597	,37516	,36446	,35388	,34341	,33304	,32279	,31264
0,10	− 2,30259	,29263	,28278	,27303	,26336	,25379	,24432	,23493	,22562	,21641
,11	,20727	,19823	,18926	,18037	,17156	,16282	,15417	,14558	,13707	,12863
,12	,12026	,11196	,10373	,09557	,08747	,07944	,07147	,06357	,05573	,04794
,13	,04022	,03256	,02495	0,1741	,00992	,00248	*,99510	,*98777	*,98050	*,97328
,14	− 1,96611	,95900	,95193	,94491	,93794	,93102	,92415	,91732	,91054	,90381
,15	,89712	,89048	,88387	,87732	,87080	,86433	,85790	,85151	,84516	,83885
,16	,83258	,82635	,82016	,81401	,80789	,80181	,79577	,78976	,78379	,77786
,17	,77196	,76609	,76026	,75446	,74870	,74297	,73727	,73161	,72597	,72037
,18	,71480	,70926	,70375	,69827	,69282	,68740	,68201	,67665	,67131	,66601
,19	,66073	,65548	,65026	,64507	,63990	,63476	,62964	,62455	,61949	,61445

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,20	— 1,60944	,60445	,59949	,59455	,58964	,58475	,57988	,57504	,57022	,56542
,21	,56065	,55590	,55117	,54646	,54178	,53712	,53248	,52786	,52326	,51868
,22	,51413	,50959	,50508	,50058	,49611	,49165	,48722	,48281	,47841	,47403
,23	,46968	,46534	,46102	,45672	,45243	,44817	,44392	,43970	,43548	,43129
,24	,42712	,42296	,41882	,41469	,41059	,40650	,40242	,39837	,39433	,39030
,25	,38629	,38230	,37833	,37437	,37042	,36649	,36258	,35868	,35480	,35093
,26	,34707	,34323	,33941	,33560	,33181	,32803	,32426	,32051	,31677	,31304
,27	,30933	,30564	,30195	,29828	,29463	,29098	,28735	,28374	,28013	,27654
,28	,27297	,26940	,26585	,26231	,25878	,25527	,25176	,24827	,24479	,24133
,29	,23787	,23443	,23100	,22758	,22418	,22078	,21740	,21402	,21066	,20731
0,30	— 1,20397	,20065	,19733	,19402	,19073	,18744	,18417	,18091	,17766	,17441
,31	,17118	,16796	,16475	,16155	,15836	,15518	,15201	,14885	,14570	,14256
,32	,13943	,13631	,13320	,13010	,12701	,12393	,12086	,11780	,11474	,11170
,33	,10866	,10564	,10262	,09961	,09661	,09362	,09064	,08767	,08471	,08176
,34	,07881	,07587	,07294	,07002	,06711	,06421	,06132	,05843	,05555	,05268
,35	— 1,04982	,04697	,04412	,04129	,03846	,03564	,03282	,03002	,02722	,02443
,36	,02165	,01888	,01611	,01335	,01060	,00786	,00512	,00239	*,99967	*,99696
,37	— 0,99425	,99155	,98886	,98618	,98350	,98083	,97817	,97551	,97286	,97022
,38	,96758	,96496	,96233	,95972	,95711	,95451	,95192	,94933	,94675	,94418
,39	,94161	,93905	,93649	,93395	,93140	,92887	,92634	,92382	,92130	,91879
0,40	— 0,91629	,91379	,91130	,90882	,90634	,90387	,90140	,89894	,89649	,89404
,41	,89160	,88916	,88673	,88431	,88189	,87948	,87707	,87467	,87227	,86988
,42	,86750	,86512	,86275	,86038	,85802	,85567	,85332	,85097	,84863	,84630
,43	,84397	,84165	,83933	,83702	,83471	,83241	,83011	,82782	,82554	,82326
,44	,82098	,81871	,81645	,81419	,81193	,80968	,80744	,80520	,80296	,80073
,45	,79851	,79629	,79407	,79186	,78966	,78746	,78526	,78307	,78089	,77871
,46	,77653	,77436	,77219	,77003	,76787	,76572	,76357	,76143	,75929	,75715
,47	,75502	,75290	,75078	,74866	,74655	,74444	,74234	,74024	,73814	,73605
,48	,73397	,73189	,72981	,72774	,72567	,72361	,72155	,71949	,71744	,71539
,49	,71335	,71131	,70928	,70725	,70522	,70320	,70118	,69917	,69716	,69515
0,50	— 0,69315	,69115	,68916	,68717	,68518	,68320	,68122	,67924	,67727	,67531
,51	,67334	,67139	,66943	,66748	,66553	,66359	,66165	,65971	,65778	,65585
,52	,65393	,65201	,65009	,64817	,64626	,64436	,64245	,64055	,63866	,63677
,53	,63488	,63299	,63111	,62923	,62736	,62549	,62362	,62176	,61990	,61804
,54	,61619	,61434	,61249	,61065	,60881	,60697	,60514	,60331	,60148	,59966
,55	,59784	,59602	,59421	,59240	,59059	,58879	,58699	,58519	,58340	,58161
,56	,57982	,57803	,57625	,57448	,57270	,57093	,56916	,56740	,56563	,56387
,57	,56212	,56037	,55862	,55687	,55513	,55339	,55165	,54991	,54818	,54645
,58	,54473	,54300	,54128	,53957	,53785	,53614	,53444	,53273	,53103	,52933
,59	,52763	,52594	,52425	,52256	,52088	,51919	,51751	,51584	,51416	,51249

2.12.1. (continuare)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,60	— 0,51083	,50916	,50750	,50584	,50418	,50253	,50088	,49923	,49758	,49594
,61	,49430	,49266	,49102	,48939	,48776	,48613	,48451	,48289	,48127	,47965
,62	,47804	,47642	,47482	,47321	,47160	,47000	,46840	,46681	,46522	,46362
,63	,46204	,46045	,45887	,45728	,45571	,45413	,45256	,45099	,44942	,44785
,64	,44629	,44473	,44317	,44161	,44006	,43850	,43696	,43541	,43386	,43232
,65	,43078	,42925	,42771	,42618	,42465	,42312	,42159	,42007	,41855	,41703
,66	,41552	,41400	,41249	,41098	,40947	,40797	,40647	,40497	,40347	,40197
,67	,40048	,39899	,39750	,39601	,39453	,39304	,39156	,39008	,38861	,38713
,68	,38566	,38419	,38273	,38126	,37980	,37834	,37688	,37542	,37397	,37251
,69	,37106	,36962	,36817	,36673	,36528	,36384	,36241	,36097	,35954	,35810
0,70	— 0,35667	,35525	,35382	,35240	,35098	,34956	,34814	,34672	,34531	,34390
,71	,34249	,34108	,33968	,33827	,33687	,33547	,33408	,33268	,33129	,32989
,72	,32850	,32712	,32573	,32435	,32296	,32158	,32021	,31883	,31745	,31608
,73	,31471	,31334	,31197	,31061	,30925	,30788	,30653	,30517	,30381	,30246
,74	,30111	,29975	,29841	,29706	,29571	,29437	,29303	,29169	,29035	,28902
,75	,28768	,28635	,28502	,28369	,28236	,28104	,27971	,27839	,27707	,27575
,76	,27444	,27312	,27181	,27050	,26919	,26788	,26657	,26527	,26397	,26266
,77	,26136	,26007	,25877	,25748	,25618	,25489	,25360	,25231	,25103	,24974
,78	,24846	,24718	,24590	,24462	,24335	,24207	,24080	,23953	,23826	,23699
,79	,23572	,23446	,23319	,23193	,23067	,22941	,22816	,22690	,22565	,22439
0,80	— 0,22314	,22189	,22065	,21940	,21816	,21691	,21567	,21443	,21319	,21196
,81	,21072	,20949	,20825	,20702	,20579	,20457	,20334	,20212	,20089	,19967
,82	,19845	,19723	,19601	,19480	,19358	,19237	,19116	,18995	,18874	,18754
,83	,18633	,18513	,18392	,18272	,18152	,18032	,17913	,17793	,17674	,17554
,84	,17435	,17316	,17198	,17079	,16960	,16842	,16724	,16605	,16487	,16370
,85	— 0,16252	,16134	,16017	,15900	,15782	,15665	,15548	,15432	,15315	,15199
,86	,15032	,14966	,14850	,14734	,14618	,14503	,14387	,14272	,14156	,14041
,87	,13926	,13811	,13697	,13582	,13467	,13353	,13239	,13125	,13011	,12897
,88	,12783	,12670	,12556	,12443	,12330	,12217	,12104	,11991	,11878	,11766
,89	,11653	,11541	,11429	,11317	,11205	,11093	,10981	,10870	,10759	,10647
0,90	— 0,10536	,10425	,10314	,10203	,10093	,09982	,09872	,09761	,09651	,09541
,91	,09431	,09321	,09212	,09102	,08992	,08883	,08774	,08665	,08556	,08447
,92	,08338	,08230	,08121	,08013	,07904	,07796	,07688	0,07580	,07472	,07365
,93	,07257	,07150	,07042	,06935	,06828	,06721	,06614	,06507	,06401	,06294
,94	,06188	,06081	,05975	,05869	0,5763	,05657	,05551	,05446	,05340	,05235
,95	,05129	,05024	,04919	,04814	,04709	,04604	,04500	,04395	,04291	,04186
,96	,04082	,03978	,03874	0,3770	,03666	,03563	,03459	,03356	,03252	,03149
,97	,03046	,02943	,02840	,02737	,02634	,02532	,02429	,02327	,02225	,02122
,98	,02020	,01918	,01816	,01715	,01613	,01511	,01410	,01309	,01207	,01106
,99	,01005	,00904	,00803	,00702	,00602	,00501	,00401	,00300	,00200	,00100

2.12.2. Logaritmii naturali ai numerelor de la 1 la 20

n	$\ln n$	n	$\ln n$	n	$\ln n$	n	$\ln n$	n	$\ln n$	n	$\ln n$
1,01	0,0100	1,41	0,3436	1,81	0,5933	2,21	0,7930	2,61	0,9594	3,01	1,1019
1,02	0,0198	1,42	0,3507	1,82	0,5988	2,22	0,7975	2,62	0,9632	3,02	1,1053
1,03	0,0296	1,43	0,3577	1,83	0,6043	2,23	0,8020	2,63	0,9670	3,03	1,1086
1,04	0,0392	1,44	0,3646	1,84	0,6098	2,24	0,8065	2,64	0,9708	3,04	1,1119
1,05	0,0488	1,45	0,3716	1,85	0,6152	2,25	0,8109	2,65	0,9746	3,05	1,1151
1,06	0,0583	1,46	0,3784	1,86	0,6206	2,26	0,8154	2,66	0,9783	3,06	1,1184
1,07	0,0677	1,47	0,3853	1,87	0,6259	2,27	0,8198	2,67	0,9821	3,07	1,1217
1,08	0,0770	1,48	0,3920	1,88	0,6313	2,28	0,8242	2,68	0,9858	3,08	1,1249
1,09	0,0862	1,49	0,3988	1,89	0,6366	2,29	0,8286	2,69	0,9895	3,09	1,1282
1,10	0,0953	1,50	0,4055	1,90	0,6419	2,30	0,8329	2,70	0,9933	3,10	1,1314
1,11	0,1044	1,51	0,4121	1,91	0,6471	2,31	0,8372	2,71	0,9969	3,11	1,1346
1,12	0,1133	1,52	0,4187	1,92	0,6523	2,32	0,8416	2,72	1,0006	3,12	1,1378
1,13	0,1222	1,53	0,4253	1,93	0,6575	2,33	0,8459	2,73	1,0043	3,13	1,1410
1,14	0,1310	1,54	0,4318	1,94	0,6627	2,34	0,8502	2,74	1,0080	3,14	1,1442
1,15	0,1398	1,55	0,4383	1,95	0,6678	2,35	0,8544	2,75	1,0116	3,15	1,1474
1,16	0,1484	1,56	0,4447	1,96	0,6729	2,36	0,8587	2,76	1,0152	3,16	1,1506
1,17	0,1570	1,57	0,4511	1,97	0,6780	2,37	0,8629	2,77	1,0188	3,17	1,1537
1,18	0,1655	1,58	0,4574	1,98	0,6831	2,38	0,8671	2,78	1,0225	3,18	1,1569
1,19	0,1740	1,59	0,4637	1,99	0,6881	2,39	0,8713	2,79	1,0260	3,19	1,1600
1,20	0,1823	1,60	0,4700	2,00	0,6931	2,40	0,8755	2,80	1,0296	3,20	1,1632
1,21	0,1906	1,61	0,4762	2,01	0,6981	2,41	0,8796	2,81	1,0332	3,21	1,1663
1,22	0,1989	1,62	0,4824	2,02	0,7031	2,42	0,8838	2,82	1,0367	3,22	1,1694
1,23	0,2070	1,63	0,4886	2,03	0,7080	2,43	0,8879	2,83	1,0403	3,23	1,1725
1,24	0,2151	1,64	0,4947	2,04	0,7129	2,44	0,8920	2,84	1,0438	3,24	1,1756
1,25	0,2231	1,65	0,5008	2,05	0,7178	2,45	0,8961	2,85	1,0473	3,25	1,1787
1,26	0,2311	1,66	0,5068	2,06	0,7227	2,46	0,9002	2,86	1,0508	3,26	1,1817
1,27	0,2390	1,67	0,5128	2,07	0,7275	2,47	0,9042	2,87	1,0543	3,27	1,1848
1,28	0,2469	1,68	0,5188	2,08	0,7324	2,48	0,9083	2,88	1,0578	3,28	1,1878
1,29	0,2546	1,69	0,5247	2,09	0,7372	2,49	0,9123	2,89	1,0613	3,29	1,1909
1,30	0,2624	1,70	0,5306	2,10	0,7419	2,50	0,9163	2,90	1,0647	3,30	1,1939
1,31	0,2700	1,71	0,5365	2,11	0,7467	2,51	0,9203	2,91	1,0682	3,31	1,1969
1,32	0,2776	1,72	0,5423	2,12	0,7514	2,52	0,9243	2,92	1,0716	3,32	1,2000
1,33	0,2852	1,73	0,5481	2,13	0,7561	2,53	0,9282	2,93	1,0750	3,33	1,2030
1,34	0,2927	1,74	0,5539	2,14	0,7608	2,54	0,9322	2,94	1,0784	3,34	1,2060
1,35	0,3001	1,75	0,5596	2,15	0,7655	2,55	0,9361	2,95	1,0818	3,35	1,2090
1,36	0,3075	1,76	0,5653	2,16	0,7701	2,56	0,9400	2,96	1,0852	3,36	1,2119
1,37	0,3148	1,77	0,5710	2,17	0,7747	2,57	0,9439	2,97	1,0886	3,37	1,2149
1,38	0,3221	1,78	0,5766	2,18	0,7793	2,58	0,9478	2,98	1,0919	3,38	1,2179
1,39	0,3293	1,79	0,5822	2,19	0,7839	2,59	0,9517	2,99	1,0953	3,39	1,2208
1,40	0,3365	1,80	0,5878	2,20	0,7885	2,60	0,9555	3,00	1,0986	3,40	1,2238

Notă. Pentru valori intermediare ale lui n se fac interpolări liniare.

n	ln *n*	*n*	ln *n*	*n*	ln *n*	*n*	ln *n*	*n*	ln *n*	*n*	ln *n*
3,41	1,2267	3,81	1,3376	4,21	1,4375	4,61	1,5282	5,01	1,6114	5,41	1,6882
3,42	1,2296	3,82	1,3403	4,22	1,4398	4,62	1,5304	5,02	1,6134	5,42	1,6901
3,43	1,2326	3,83	1,3429	4,23	1,4422	4,63	1,5326	4,03	1,6154	5,43	1,6919
3,44	1,2355	3,84	1,3455	4,24	1,4446	4,64	1,5347	5,04	1,6174	5,44	1,6938
3,45	1,2384	3,85	1,3481	4,25	1,4469	4,65	1,5369	5,05	1,6194	5,45	1,6956
3,46	1,2413	3,86	1,3507	4,26	1,4493	4,66	1,5390	5,06	1,6214	5,46	1,6974
3,47	1,2442	3,87	1,3533	4,27	1,4516	4,67	1,5412	5,07	1,6233	5,47	1,6993
3,48	1,2470	3,88	1,3558	4,28	1,4540	4,68	1,5433	5,08	1,6253	5,48	1,7011
3,49	1,2499	3,89	1,3584	4,29	1,4563	4,69	1,5454	5,09	1,6273	5,49	1,7029
3,50	1,2528	3,90	1,3610	4,30	1,4586	4,70	1,5476	5,10	1,6292	5,50	1,7047
3,51	1,2556	3,91	1,3635	4,31	1,4609	4,71	1,5497	5,11	1,6312	5,51	1,7066
3,52	1,2585	3,92	1,3661	4,32	1,4633	4,72	1,5518	5,12	1,6332	5,52	1,7084
3,53	1,2613	3,93	1,3686	4,33	1,4656	4,73	1,5539	5,13	1,6351	5,53	1,7102
3,54	1,2641	3,94	1,3712	4,34	1,4679	4,74	1,5560	5,14	1,6371	5,54	1,7120
3,55	1,2669	3,95	1,3737	4,35	1,4702	4,75	1,5581	5,15	1,6390	5,55	1,7138
3,56	1,2698	3,96	1,3762	4,36	1,4725	4,76	1,5602	5,16	1,6409	5,56	1,7156
3,57	1,2726	3,97	1,3788	4,37	1,4748	4,77	1,5623	5,17	1,6429	5,57	1,7174
3,58	1,2754	3,98	1,3813	4,38	1,4770	4,78	1,5644	5,18	1,6448	5,58	1,7192
3,59	1,2782	3,99	1,3838	4,39	1,4793	4,79	1,5665	5,19	1,6467	5,59	1,7210
3,60	1,2809	4,00	1,3863	4,40	1,4816	4,80	1,5686	5,20	1,6487	5,60	1,7228
3,61	1,2837	4,01	1,3888	4,41	1,4839	4,81	1,5707	5,21	1,6506	5,61	1,7246
3,62	1,2865	4,02	1,3913	4,42	1,4861	4,82	1,5728	5,22	1,6525	5,62	1,7263
3,63	1,2892	4,03	1,3938	4,43	1,4884	4,83	1,5748	5,23	1,6544	5,63	1,7281
3,64	1,2920	4,04	1,3962	4,44	1,4907	4,84	1,5769	5,24	1,6563	5,64	1,7299
3,65	1,2947	4,05	1,3987	4,45	1,4929	4,85	1,5790	5,25	1,6582	5,65	1,7317
3,66	1,2975	4,06	1,4012	4,46	1,4951	4,86	1,5810	5,26	1,6601	5,66	1,7334
3,67	1,3002	4,07	1,4036	4,47	1,4974	4,87	1,5831	5,27	1,6620	5,67	1,7352
3,68	1,3029	4,08	1,4061	4,48	1,4996	4,88	1,5851	5,28	1,6639	5,68	1,7370
3,69	1,3056	4,09	1,4085	4,49	1,5019	4,89	1,5872	5,29	1,6658	5,69	1,7387
3,70	1,3083	4,10	1,4110	4,50	1,5041	4,90	1,5892	5,30	1,6677	5,70	1,7405
3,71	1,3110	4,11	1,4134	4,51	1,5063	4,91	1,5913	5,31	1,6696	5,71	1,7422
3,72	1,3137	4,12	1,4159	4,52	1,5085	4,92	1,5933	5,32	1,6715	5,72	1,7440
3,73	1,3164	4,13	1,4183	4,53	1,5107	4,93	1,5953	5,33	1,6734	5,73	1,7457
3,74	1,3191	4,14	1,4207	4,54	1,5129	4,94	1,5974	5,34	1,6752	5,74	1,7475
3,75	1,3218	4,15	1,4231	4,55	1,5151	4,95	1,5994	5,35	1,6771	5,75	1,7492
3,76	1,3244	4,16	1,4255	4,56	1,5173	4,96	1,6014	5,36	1,6790	5,76	1,7509
3,77	1,3271	4,17	1,4279	4,57	1,5195	4,97	1,6034	5,37	1,6808	5,77	1,7527
3,78	1,3297	4,18	1,4303	4,58	1,5217	4,98	1,6054	5,38	1,6827	5,78	1,7544
3,79	1,3324	4,19	1,4327	4,59	1,5239	4,99	1,6074	5,39	1,6845	5,79	1,7561
3,80	1,3350	4,20	1,4351	4,60	1,5261	5,00	1,6094	5,40	1,6864	5,80	1,7579

2.12.2 (continuare)

n	ln *n*	*n*	ln *n*	*n*	ln *n*	*n*	ln *n*	*n*	ln *n*	*n*	ln *n*
5,81	1,7596	6,21	1,8262	6,61	1,8886	7,01	1,9473	7,41	2,0028	7,81	2,0554
5,82	1,7613	6,22	1,8278	6,62	1,8901	7,02	1,9488	7,42	2,0041	7,82	2,0567
5,83	1,7630	6,23	1,8294	6,63	1,8916	7,03	1,9502	7,43	2,0055	7,83	2,0580
5,84	1,7647	6,24	1,8310	6,64	1,8931	7,04	1,9516	7,44	2,0069	7,84	2,0592
5,85	1,7664	6,25	1,8326	6,65	1,8946	7,05	1,9530	7,45	2,0082	7,85	2,0605
5,86	1,7681	6,26	1,8342	6,66	1,8961	7,06	1,9544	7,46	2,0096	7,86	2,0618
5,87	1,7699	6,27	1,8358	6,67	1,8976	7,07	1,9559	7,47	2,0109	7,87	2,0631
5,88	1,7716	6,28	1,8374	6,68	1,8991	7,08	1,9573	7,48	2,0122	7,88	2,0643
5,89	1,7733	6,29	1,8390	6,69	1,9006	7,09	1,9587	7,49	2,0136	7,89	2,0656
5,90	1,7750	6,30	1,8405	6,70	1,9021	7,10	1,9601	7,50	2,0149	7,90	2,0669
5,91	1,7766	6,31	1,8421	6,71	1,9036	7,11	1,9615	7,51	2,0162	7,91	2,0681
5,92	1,7783	6,32	1,8437	6,72	1,9051	7,12	1,9629	7,52	2,0176	7,92	2,0694
5,93	1,7800	6,33	1,8453	6,73	1,9066	7,13	1,9643	7,53	2,0189	7,93	2,0707
5,94	1,7817	6,34	1,8469	6,74	1,9081	7,14	1,9657	7,54	2,0202	7,94	2,0719
5,95	1,7834	6,35	1,8485	6,75	1,9095	7,15	1,9671	7,55	2,0215	7,95	2,0732
5,96	1,7851	6,36	1,8500	6,76	1,9110	7,16	1,9685	7,56	2,0229	7,96	2,0744
5,97	1,7867	6,37	1,8516	6,77	1,9125	7,17	1,9699	7,57	2,0242	7,97	2,0757
5,98	1,7884	6,38	1,8532	6,78	1,9140	7,18	1,9713	7,58	2,0255	7,98	2,0769
5,99	1,7901	6,39	1,8547	6,79	1,9155	7,19	1,9727	7,59	2,0268	7,99	2,0782
6,00	1,7918	6,40	1,8563	6,80	1,9169	7,20	1,9741	7,60	2,0281	8,00	2,0794
6,01	1,7934	6,41	1,8579	6,81	1,9184	7,21	1,9755	7,61	2,0295	8,01	2,0807
6,02	1,7951	6,42	1,8594	6,82	1,9199	7,22	1,9769	7,62	2,0308	8,02	2,0819
6,03	1,7967	6,43	1,8610	6,83	1,9213	7,23	1,9782	7,63	2,0321	8,03	2,0832
6,04	1,7984	6,44	1,8625	6,84	1,9228	7,24	1,9796	7,64	2,0334	8,04	2,0844
6,05	1,8001	6,45	1,8641	6,85	1,9242	7,25	1,9810	7,65	2,0347	8,05	2,0857
6,06	1,8017	6,46	1,8656	6,86	1,9257	7,26	1,9824	7,66	2,0360	8,06	2,0869
5,07	1,8034	6,47	1,8672	6,87	1,9272	7,27	1,9838	7,67	2,0373	8,07	2,0882
6,08	1,8050	6,48	1,8687	6,88	1,9286	7,28	1,9851	7,68	2,0386	0,08	2,0894
6,09	1,8066	6,49	1,8703	6,89	1,9301	7,29	1,9865	7,69	2,0399	8,09	2,0906
6,10	1,8083	6,50	1,8718	6,90	1,9315	7,30	1,9879	7,70	2,0412	8,10	2,0919
6,11	1,8099	6,51	1,8733	6,91	1,9330	7,31	1,9892	7,71	2,0425	8,11	2,0931
6,12	1,8116	6,52	1,8749	6,92	1,9344	7,32	1,9906	7,72	2,0438	8,12	2,0943
6,13	1,8132	6,53	1,8764	6,93	1,9359	7,33	1,9920	7,73	2,0451	8,13	2,0956
6,14	1,8184	6,54	1,8779	6,94	1,9373	7,34	1,9933	7,74	2,0464	8,14	2,0968
6,15	1,8165	6,55	1,8795	6,95	1,9387	7,35	1,9947	7,75	2,0477	8,75	2,0980
6,16	1,8181	6,56	1,8810	6,96	1,9402	7,36	1,9961	7,76	2,0490	8,16	2,0992
6,17	1,8197	6,57	1,8825	6,97	1,9416	7,37	1,9974	7,77	2,0503	8,17	2,1005
6,18	1,8213	6,58	1,8840	6,98	1,9430	7,38	1,9988	7,78	2,0516	8,18	2,1017
6,19	1,8229	6,59	1,8856	6,99	1,9445	7,39	2,0001	7,79	2,0528	8,19	2,1029
6,20	1,8245	6,60	1,8871	7,00	1,9459	7,40	2,0015	7,80	2,0541	8,20	2,1041

2.12.2 (continuare)

n	ln n	n	ln n	n	ln n	n	ln n	n	ln n	n	ln n
8,21	2,1054	8,56	2,1471	8,91	2,1872	9,26	2,2257	9,61	2,2628	9,96	2,2986
8,22	2,1066	8,57	2,1483	8,92	2,1883	9,27	2,2268	9,62	2,2638	9,97	2,2996
8,23	2,1078	8,58	2,1494	8,93	2,1894	9,28	2,2279	9,63	2,2649	9,98	2,3006
8,24	2,1090	8,59	2,1506	8,94	2,1905	9,29	2,2289	9,64	2,2659	9,99	2,3016
8,25	2,1102	8,60	2,1518	8,95	2,1917	9,30	2,2300	9,65	2,2670	10,00	2,3026
8,26	2,1114	8,61	2,1529	8,96	2,1928	9,31	2,2311	9,66	2,2680	10,25	2,3273
8,27	2,1126	8,62	2,1541	8,97	2,1939	9,32	2,2322	9,67	2,2690	10,50	2,3514
8,28	2,1138	8,63	2,1552	8,98	2,1950	9,33	2,2332	9,68	2,2701	10,75	2,3749
8,29	2,1150	8,64	2,1564	8,99	2,1961	9,34	2,2343	9,69	2,2711	11,00	2,3979
8,30	2,1163	8,65	2,1576	9,00	2,1972	9,35	2,2354	9,70	2,2721	11,25	2,4204
8,31	2,1175	8,66	2,1587	9,01	2,1983	9,36	2,2364	9,71	2,2732	11,50	2,4423
8,32	2,1187	8,67	2,1599	9,02	2,1994	9,37	2,2375	9,72	2,2742	11,75	2,4639
8,33	2,1199	8,68	2,1610	9,03	2,2006	9,38	2,2386	9,73	2,2752	12,00	2,4849
8,34	2,1211	8,69	2,1622	9,04	2,2017	9,39	2,2396	9,74	2,2762	12,25	2,5055
8,35	2,1223	8,70	2,1633	9,05	2,2028	9,40	2,2407	9,75	2,2773	12,50	2,5257
8,36	2,1235	8,71	2,1645	9,06	2,2039	9,41	2,2418	9,76	2,2783	12,75	2,5455
8,37	2,1247	8,72	2,1656	9,07	2,2050	9,42	2,2428	9,77	2,2793	13,00	2,5649
8,38	2,1258	8,73	2,1668	9,08	2,2061	9,43	2,2439	9,78	2,2803	13,25	2,5840
8,39	2,1270	8,74	2,1679	9,09	2,2072	9,44	2,2450	9,79	2,2814	13,50	2,6027
8,40	2,1282	8,75	2,1691	9,10	2,2083	9,45	2,2460	9,80	2,2824	13,75	2,6210
8,41	2,1294	8,76	2,1702	9,11	2,2094	9.46	2,2471	9,81	2,2834	14,00	2,6391
8,42	2,1306	8,77	2,1713	9,12	2,2105	9,47	2,2481	9,82	2,2844	14,25	2,6568
8,43	2,1318	8,78	2,1725	9,13	2,2116	9,48	2,2492	9,83	2,2854	14,50	2,6741
8,44	2,1330	8,79	2,1736	9,14	2,2127	9,49	2,2502	9,84	2,2865	14,75	2,6912
8,45	2,1342	8,80	2,1748	9,15	2,2138	9,50	2,2513	9,85	2,2875	15,00	2,7081
8,46	2,1353	8,81	2,1759	9,16	2,2148	9,51	2,2523	9,86	2,2885	15,5	2,7408
8,47	2,1365	8,82	2,1770	9,17	2,2159	9,52	2,2534	9,87	2,2895	16,0	2,7726
8,48	2,1377	8,83	2,1782	9,18	2,2170	9,53	2,2544	9,88	2,2905	16,5	2,8034
8,49	2,1389	8,84	2,1793	9,19	2,2181	9,54	2,2555	9,89	2,2915	17,0	2,8332
8,50	2,1401	8,85	2,1804	9,20	2,2192	9,55	2,2565	9,90	2,2925	17,5	2,8622
8,51	2,1412	8,86	2,1815	9,21	2,2203	0,56	2,2576	9,91	2,2935	18,0	2,8904
8,52	2,1424	8,87	2,1827	9,22	2,2214	9,57	2,2586	9,92	2,2946	18,5	2,9178
8,53	2,1436	8,88	2,1838	9,23	2,2225	9,58	2,2597	9,93	2,2956	19,0	2,9444
8,54	2,1448	8,89	2,1849	9,24	2,2235	9,59	2,2607	9,94	2,2966	19,5	2,9704
8,55	2,1459	8,90	2,1861	9,25	2,2246	9,60	2,2618	9,95	2,2976	20,0	2,9957

2.13. CONSTANTE NUMERICE IMPORTANTE ŞI LOGARITMII LOR ZECIMALI

Constanta	Valoarea constantei	Logaritmul constantei	Constanta	Valoarea constantei	Logaritmul constantei
π	3,14159 26536	0,49714 98727	$\sqrt{2}$	4,429447	0,64635
2π	6,28318 53072	0,79817 98684	$1/\sqrt{g}$	0,319275	$\bar{1}$,50417
3π	9,42477 79608	0,97427 11274	$\pi\sqrt{g}$	9,83976	0,99298
4π	12,56637 06144	1,09920 98640	$\pi/\sqrt{g}$	1,00303	0,00132
$\pi/2$	1,57079 63268	0,19611 98770	$1/\pi$	0,31830 98862	$\bar{1}$,50285 01273
$\pi/3$	1,04719 75512	0,02002 86180	$1/2\pi$	0,15915 49431	$\bar{1}$,20182 01316
$\pi/4$	0,78539 81634	$\bar{1}$,89508 98814	$1/3\pi$	0,10610 32954	$\bar{1}$,02572 88726
$\pi/6$	0,52359 87756	$\bar{1}$,71899 86223	$1/4\pi$	0,07957 74715	$\bar{2}$,90079 01360
$4\pi/3$	4,18879 02048	0,62208 86093	$2/\pi$	0,63661 97724	$\bar{1}$,80388 01230
π^2	9,86960 44011	0,99429 97454	$3/\pi$	0,95492 96586	$\bar{1}$,97997 13820
$\sqrt{\pi}$	1,77245 38509	0,24857 49363	$4/\pi$	1,27323 95447	0,10491 01186
$\sqrt{2\pi}$	2,50662 82746	0,39908 99342	$6/\pi$	1,90985 93171	0,28100 13777
$\sqrt{4\pi}$	3,54490 77018	0,54960 49320	$3/4\pi$	0,23873 24146	$\bar{1}$,37791 13907
$\frac{\sqrt{\pi}}{2}$	0,88622 69255	$\bar{1}$,94754 49407	$1/\pi^2$	0,10132 11836	$\bar{1}$,00570 02546
$\sqrt{\pi/2}$	1,25331 41373	0,09805 99385	$1/\sqrt{\pi}$	0,56418 95835	$\bar{1}$,75142 50637
$\sqrt[3]{\pi}$	1,46459 18876	0,16571 66242	$1/\sqrt{2\pi}$	0,39894 22804	$\bar{1}$,60091 00658
$\sqrt[3]{4\pi/3}$	1,61199 19540	0,20736 28698	$1/\sqrt{4\pi}$	0,28209 47918	$\bar{1}$,45039 50680
e	2,71828 18285	0,43429 44819	$2/\sqrt{\pi}$	1,12837 91671	$\bar{0}$,05245 50593
$\sqrt{e}$	1,64872 12707	0,21714 72410	$\sqrt{2/\pi}$	0,79788 45608	$\bar{1}$,90194 00615
$e^{\frac{\pi}{2}}$	4,81047 73810	0,68218 81769	$\sqrt[3]{1/\pi}$	0,68278 40633	$\bar{1}$,83428 33758
e^{π}	23,14069 26328	1,36437 63538	$\sqrt[3]{3/4\pi}$	0,62035 04909	$\bar{1}$,79263 71302
$e^{\frac{3\pi}{2}}$	111,31777 84899	2,04656 45308	$1/e$	0,36787 94412	$\bar{1}$,56570 55181
$e^{2\pi}$	535,49165 55248	2,72875 27077	$\sqrt{1/e}$	0,60653 06597	$\bar{1}$,78285 27590
$\sqrt{2}$	1,41421 35624	0,15051 49978	$e^{-\frac{\pi}{2}}$	0,20787 95764	$\bar{1}$,31781 18231
$\sqrt{3}$	1,73205 08076	0,23856 06274	$e^{-\pi}$	0,04321 39183	$\bar{2}$,63562 36462
$\sqrt{5}$	2,23606 79775	0,34948 50022	$e^{-3\pi/2}$	0,00898 32910	$\bar{3}$,95343 54692
$\sqrt{6}$	2,44948 97428	0,38907 56252	$e^{-2\pi}$	0,00186 74427	$\bar{3}$,27124 72923
$\sqrt{7}$	2,64575 13111	0,42254 90200	$\sqrt[3]{2}$	1,25992 10499	0,10034 33319
$\sqrt{8}$	2,82842 71247	0,45154 49935	$\sqrt[3]{3}$	1,44224 95703	0,15904 04182
$\sqrt{10}$	3,16227 76602	0,50000 00000	$\sqrt[3]{4}$	1,58740 10520	0,20068 66638
γ*)	0,57721 56649	$\bar{1}$,76133 81088	$\sqrt[3]{5}$	1,70997 59467	0,23299 00014
1 radian	57°,29577 95131	1,75812 26324	$\sqrt[3]{6}$	1,81712 05928	0,25938 37501
1 radian	3437′,746 77078	3,53627 38828	$\sqrt[3]{10}$	2,15443 46900	0,33333 33333
1 radian	206264″, 80625	5,31442 51332	$\sqrt[3]{100}$	4,64158 88336	0,66666 66667
g	9,81	0,99167	ln π	1,14472 98858	—
g^2	96,2361	1,98334	1°	0,01745 32925	2,24187 73676
$1/2g$	0,050968	$\bar{2}$,70730	1′	0,00029 08882	$\bar{4}$,46372 61172
$\sqrt{g}$	3.132092	0,49583	1″	0,00000 48481	$\bar{6}$,68557 48668

---

*) Constanta lui Euler $\gamma = 0,57721\ 56649\ 01533$

2.14. MULTIPLII LUI $1/\pi$, (n/π) ŞI AI LUI $\frac{\pi}{2}\left(n\frac{\pi}{2}\right)$

n	n/π	n	n/π	n	n/π
1	0,31831	4	1,27324	7	2,22817
2	0,63662	5	1,59155	8	2,54648
3	0,95493	6	1,90986	9	2,86479

n	$n\frac{\pi}{2}$	n	$n\frac{\pi}{2}$
1	1,5707963268	36	56,5486677646
2	3,1415926536	37	58,1194640914
3	4,7123889804	38	59,6902604182
4	6,2831853072	39	61,2610567450
5	7,8539816340	40	62,8318530718
6	9,4247779608	41	64,4026493986
7	10,9955742876	42	65,9734457254
8	12,5663706144	43	67,5442420522
9	14,1371669412	44	69,1150383790
10	15,7079632679	45	70,6858347058
11	17,2787595947	46	72,2566310326
12	18,8495559215	47	73,8274273594
13	20,4203522483	48	75,3982236862
14	21,9911485751	49	76,9690200129
15	23,5619449019	50	78,5398163397
16	25,1327412287	51	80,1106126665
17	26,7035375555	52	81,6814089933
18	28,2743338823	53	83,2522053201
19	29,8451302091	54	84,8230016469
20	31,4159265359	55	86,3937979737
21	32,9867228627	56	87,9645943005
22	34,5575191895	57	89,5353906273
23	36,1283155163	58	91,1061869541
24	37,6991118431	59	92,6769832809
25	39,2699081699	60	94,2477796077
26	40,8407044967	61	95,8185759345
27	42,4115008235	62	97,3893722613
28	43,9822971503	63	98,9601685881
29	45,5530934771	64	100,5309649149
30	47,1238898038	65	102,1017612417
31	48,6946861306	66	103,6725575685
32	50,2654824574	67	105,2433538953
33	51,8362787842	68	106,8141502221
34	53,4070751110	69	108,3849465488
35	54,9778714378	70	109,9557428756

2.14. (continuare)

n	$n\frac{\pi}{2}$	n	$n\frac{\pi}{2}$
71	111,5265392024	86	135,0884841044
72	113,0973355292	87	136,6592804312
73	114,6681318560	88	138,2300767580
74	116,2389281828	89	139,8008730847
75	117,8097245096	90	141,3716694115
76	119,3805208364	91	142,9424657383
77	120,9513171632	92	144,5132620651
78	122,5221134900	93	146,0840583919
79	124,0929098168	94	147,6548547187
80	125,6637061436	95	149,2256510455
81	127,2345024704	96	150,7964473723
82	128,8052987972	97	152,3672436991
83	130,3760951240	98	153,9380400259
84	131,9468914508	99	155,5088363527
85	133,5176877776	100	157,0796326795

n	$200\,n/\pi$	$180\,n/\pi$	$n\pi/180$
1	63,661977	57,295780	0,0174532925
2	127,323954	114,591559	0,0349065850
3	190,985932	171,887339	0,0523598776
4	254,647909	229,183118	0,0698131701
5	318,309886	286,478898	0,0872664626
6	381,971863	343,774677	0,1047197551
7	445,633841	401,070457	0,1221730476
8	509,295818	458,366236	0,1396263402
9	572,957795	515,662016	0,1570796327

2.15. ECUAȚII IMPORTANTE

2.15.1. Dezvoltări

$$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$$

$$(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b \pm 3ab^2 \pm b^3$$

$$(a \pm b)^4 = a^4 \pm 4a^3b \pm 6a^2b^2 \pm 4ab^3 + b^4$$

$$a^2 - b^2 = (a - b)\ (a + b)$$

$$a^2 + b^2 = (a + b\sqrt{-1})\ (a - b\sqrt{-1})$$

$$a^3 - b^3 = (a - b)\ (a^2 + ab + b^2)$$

$$a^3 + b^3 = (a + b)\ (a^2 - ab + b^2)$$

$$a^4 + b^4 = (a^2 + ab\sqrt{2} + b^2)\ (a^2 - ab\sqrt{2} + b^2)$$

$$a^n - b^n = (a - b)\ (a^{n-1} + a^{n-2}\, b + \ldots + b^{n-1})$$

$$a^n - b^n = (a + b)\ (a^{n-1} - a^{n-2}\, b + \ldots - b^{n-1})$$

(pentru n par)

$$a^n + b^n = (a + b)\ (a^{n-1} - a^{n-2}\, b + \ldots + b^{n-1})$$

(pentru n impar)

$$a^4 + a^2b^2 + b^4 = (a^2 + ab + b^2)\ (a^2 - ab + b^2)$$

$$(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2\ ab + 2\ ac + 2bc$$

$$(a + b + c)^3 = a^3 + b^3 + c^3 + 3a^2(b + c) + 3b^2\,(a + c) + 3c^2(a + b) + 6abc$$

$$(a + b + c + d + \ldots)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + \ldots + 2a(b + c + d + \ldots) +$$
$$+ 2b(c + d + \ldots) + 2\,c\,(d + \ldots)$$

2.15.2. Puteri și rădăcini

$$a^x \cdot a^y = a^{x+y} \qquad a^0 = 1 \text{ (pentru } a \neq 0)$$

$$(ab)^x = a^x b^x$$

$$\frac{a^x}{a^y} = a^{x-y};\quad a^{-x} = \frac{1}{a^x};\quad \left(\frac{a}{b}\right)^x = \frac{a^x}{b^x}$$

$$(a^x)^y = a^{xy};\quad a^{\frac{1}{x}} = \sqrt[x]{a};\quad \sqrt[x]{ab} = \sqrt[x]{a}\,\sqrt[x]{b}$$

$$\sqrt[x]{\sqrt[y]{a}} = \sqrt[xy]{a};\quad a^{\frac{x}{y}} = \sqrt[y]{a^x};\quad \sqrt[x]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[x]{a}}{\sqrt[x]{b}}$$

2.15.3. Proprietățile proporțiilor

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d};\quad \frac{a + b}{b} = \frac{c + d}{d};$$

$$\frac{a - b}{b} = \frac{c - d}{d};\quad \frac{a - b}{a + b} = \frac{c - d}{c + d}$$

2.15.4. Sume (v. 2.4)

$$\sum_{k=}^{q-p} (p + k) = \frac{(q + p)\,(q - p + 1)}{2}$$

$$\sum_{1}^{n} 2k = (n+1)\,n;\quad \Sigma k = 1 + 2 + 3 + \ldots + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$\sum_{1}^{n-1} (2k+1) = n^2$$

$$\sum_{1}^{n} (2k)^2 = \frac{2n(n+1)\,(2n+1)}{3}\;;\quad \Sigma k^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots + n^2 =$$

$$= \frac{n(n+1)\,(2n+1)}{6}$$

$$\sum_{0}^{n-1} (2k+1)^2 = \frac{n(2n-1)\,(2n+1)}{3}\;;$$

$$\sum_{1}^{n} (2k)^3 = 2n^2(n+1)^2;\quad \Sigma n^3 = 1^3 + 2^3 + 3^3 + \ldots + n^3 = \frac{n^2(n+1)^2}{4}$$

$$\sum_{0}^{n-1} (2k+1)^3 = n^2\,(2n^2-1)$$

$$\sum_{1}^{n} kx^{k-1} = \frac{1-(n+1)\,x^n + nx^{n+1}}{(1-x)^2} \quad \text{cu } x \neq 1$$

$$\sum_{1}^{n} \frac{k}{2^k} = 2 - \frac{n+2}{2^n}$$

2.15.5. Progresii aritmetice

$$\div\, a,\; a+r, \ldots l = a + (n-1)\,r \qquad \text{cu } r = \text{rația.}$$

$$S = \frac{n}{2}\,(a+l) = \frac{n}{2}\,\{2a + (n-1)\,r\}.$$

2.15.6. Progresii geometrice

$$\div\!\!\div\, a,\; aq, \ldots l = aq^{n-1} \qquad \text{cu } q = \text{rația}$$

$$S = a\,\frac{(1-q^n)}{1-q} = a\,\frac{(q^n-1)}{q-1} = \frac{lq-a}{q-1}$$

Pentru $n = \infty$ şi $q < 1$ $\quad S = \dfrac{a}{1-q}.$

2.15.7. Analiza combinatorie

Aranjamente de n obiecte luate cîte p:

$$A_n^p = n(n-1)\ldots(n-p+1) \quad \text{cu } (p \leqslant n).$$

Permutări de n obiecte:

$$P_n = n! = 1,\ 2,\ 3 \ldots n \quad \text{cu } 0! = 1 \text{ (v. funcția gama, 2.19).}$$

Combinări de n obiecte luate cîte p:

$$C_n^p = \binom{n}{p} = \frac{A_n^p}{P_p} = \frac{n(n-1)\ldots(n-p+1)}{p!} = \frac{n!}{p!(n-p)!} = \binom{n}{n-p}.$$

2.15.8. Serii importante

Relațiile din paranteze definesc domeniul de convergență (R).

Binomul lui Newton (v. tabelul 2.9)

$$(x+y)^n = x^n + nx^{n-1}y + \frac{n(n-1)}{2!}x^{n-2}y^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}x^{(n-3)}y^3 + \ldots;\ (y^2 < x^2$$

$$(1 \pm x)^n = 1 \pm nx + \frac{n(n-1)x^2}{2!} \pm \frac{n(n-1)(n-2)x^3}{3!} \pm \ldots;\ (x^2 < 1),$$

$$(1 \pm x)^{-n} = 1 \mp nx + \frac{n(n+1)x^2}{2!} \mp \frac{n(n+1)(n+2)x^3}{3!} \ldots;\ (x^2 < 1)$$

$$(1 \pm x)^{-1} = 1 \mp x + x^2 \mp x^3 + x^4 \mp x^5 + \ldots;\ (x^2 < 1)$$

$$(1 \pm x)^{-2} = 1 \mp 2x + 3x^2 \mp 4x^3 + 5x^4 \mp 6x^5 + \ldots;\ (x^2 < 1)(\text{ v. tabelul 2.16}).$$

Inversarea unei serii

Din seria:

$$y = a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \ldots;\ (a_1 \neq 0)$$

se poate forma seria:

$$x = A_1y + A_2y^2 + A_3y^3 + \ldots$$

cu

$$A_1 = \frac{1}{a_1};\ A_2 = -\frac{a_2}{a_1^3};\ A_3 = \frac{1}{a_1^5}(2a_2^2 - a_1a_3);$$

$$A_4 = \frac{1}{a_1^7}(5\,a_1a_2a_3 - a_1^2a_4 - 5a_2^3);$$

$$A_5 = \frac{1}{a_1^9}(6a_1^2a_2a_4 + 3a_1^2a_3^2 + 14a_2^4 - a_1^3a_5 - 21a_1a_2^2a_3);$$

$$A_6 = \frac{1}{a_1^{11}}(7a_1^3a_2a_5 + 7a_1^3a_3a_4 + 84\,a_1a_2^3a_3 - a_1^4a_6 - 28\,a_1^2a_2^2a_4 - 28\,a_1^2a_2a_3^2 - 42\,a_2^5);$$

$$A_7 = \frac{1}{a_1^{13}}(8a_1^4a_2a_6 + 8a_1^4a_3a_5 + 4a_1^4a_4^2 + 120\,a_1^2\,a_2^3a_4 + 180\,a_1^2a_2^2a_3^2 + 132\,a_2^6 - a_1^5a_7 -$$

$$- 36a_1^3a_2^2a_5 - 72\,a_1^3a_2a_3a_4 - 12\,a_1^3a_3^3 - 330\,a_1a_2^4a_3).$$

Serii Taylor

$$f(x+h) = f(x) + hf'(x) + \frac{h^2}{2!}f''(x) + \frac{h^3}{3!}f'''(x) + \ldots = f(x) + xf'(h) +$$

$$+ \frac{x^2}{2!}f''(h) + \frac{x^3}{3!}f'''(h) + \ldots$$

Serii Mac Laurin

$$f(x) = f(0) + x\,f'(0) + \frac{x^2}{2!}f''(0) + \frac{x^3}{3!}f'''(0) + \ldots$$

Serii exponențiale

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \ldots \text{(valori reale ale lui } x)$$

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \ldots \text{ (valori reale ale lui } x)$$

$$a^x = 1 + x\ \ln\ a + \frac{(x\ \ln\ a)^2}{2!} + \frac{(x\ \ln\ a)^3}{3!} + \ldots$$

Serii logaritmice

$$\ln x = \frac{x-1}{x} + \frac{1}{2}\,\frac{(x-1)^2}{x} + \frac{1}{3}\,\frac{(x-1)^3}{x} + \ldots \left(x > \frac{1}{2}\right)$$

$$\ln x = (x-1) - \frac{1}{2}(x-1)^2 + \frac{1}{3}(x-1)^3 + \ldots;\ (2 > x > 0)$$

$$\ln x = 2\left[\frac{x-1}{x+1} + \frac{1}{3}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^3 + \frac{1}{5}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^5 + \ldots\right];\quad (x > 0)$$

$$\ln(1+x) = x - \frac{1}{2}\,x^2 + \frac{1}{3}\,x^3 - \frac{1}{4}\,x^4 + \ldots;\ (-1 < x < 1)$$

$$\ln(n+1)-\ln(n-1)=2\left[\frac{1}{n}+\frac{1}{3n^3}+\frac{1}{5n^5}+\dots\right]$$

$$\ln(a+x)=\ln a+2\left[\frac{x}{2a+x}+\frac{1}{3}\left(\frac{x}{2a+x}\right)^3+\frac{1}{5}\left(\frac{x}{2a+x}\right)^5+\dots\right]$$

$$(a>0;\ -a<x<+\infty)$$

Seriile funcțiilor trigonometrice și hiperbolice

$$\sin x=x-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-\frac{x^7}{7!}+\dots;\ \text{(valori reale ale lui } x)$$

$$\cos x=1-\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}-\frac{x^6}{6!}+\dots;\ \text{(valori reale ale lui } x)$$

$$\operatorname{tg} x=x+\frac{x^3}{3}+\frac{2x^5}{15}+\frac{17x^7}{315}+\frac{62x^9}{2\,835}+\dots;\quad\left(x^2<\frac{\pi^2}{4}\right)$$

$$\sin^{-1}x=x+\frac{x^3}{6}+\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{x^5}{5}+\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{x^7}{7}+\dots;\ (x^2<1)$$

$$\operatorname{tg}^{-1}x=x-\frac{1}{3}x^3+\frac{1}{5}x^5-\frac{1}{7}x^7+\dots;\ (x^2<1)$$

$$=\frac{\pi}{2}-\frac{1}{x}+\frac{1}{3x^3}-\frac{1}{5x^5}+\dots;\ (x^2>1)$$

$$\ln\sin x=\ln x-\frac{x^2}{6}-\frac{x^4}{180}-\frac{x^6}{2\,835}-\dots;\ (x^2<\pi^2)$$

$$\ln\cos x=-\frac{x^2}{2}-\frac{x^4}{12}-\frac{x^6}{45}-\frac{17x^8}{2\,520}-\dots;\quad\left(x^2<\frac{\pi^2}{4}\right)$$

$$\ln\operatorname{tg} x=\ln x+\frac{x^2}{3}+\frac{7x^4}{90}+\frac{62\,x^6}{2\,835}+\dots;\quad\left(x^2<\frac{\pi^2}{4}\right)$$

$$e^{\sin x}=1+x+\frac{x^2}{2!}-\frac{3x^4}{4!}-\frac{8x^5}{5!}-\frac{3x^6}{6!}+\frac{56\,x^7}{7!}+\dots$$

$$e^{\cos x}=e\left(1-\frac{x^2}{2!}+\frac{4x^4}{4!}-\frac{31x^6}{6!}+\dots\right)$$

$$e^{\operatorname{tg} x}=1+x+\frac{x^2}{2!}+\frac{3x^3}{3!}+\frac{9x^4}{4!}+\frac{37x^5}{5!}+\dots;\quad\left(x^2<\frac{\pi^2}{4}\right)$$

$$\operatorname{sh} x=\frac{e^x-e^{-x}}{2}=\frac{1}{2}(e^x-e^{-x})=x+\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}+\dots$$

$$\operatorname{ch} x=\frac{e^x+e^{-x}}{2}=\frac{1}{2}(e^x+e^{-x})=1+\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}+\dots$$

$$\operatorname{th} x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = x - \frac{x^3}{3} + \frac{2x^5}{15} - \frac{17x^7}{315} + \ldots; \left(x^2 < \frac{1}{4}\pi^2\right)$$

$$\operatorname{sh}^{-1} x = x - \frac{1}{2}\cdot\frac{x^3}{3} + \frac{1\cdot 3}{2\cdot 4}\cdot\frac{x^5}{5} - \frac{1\cdot 3\cdot 5}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\frac{x^7}{7} + \ldots; \ (x^2 < 1)$$

$$\operatorname{sh}^{-1} x = \ln 2x + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2x^2} - \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{4x^4} + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{1}{6x^6} - \ldots; \ (x^2 > 1)$$

$$\operatorname{ch}^{-1} x = \ln 2x - \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2x^2} - \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{4x^4} - \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{1}{6x^6} - \ldots; \ (x^2 > 1)$$

$$\operatorname{th}^{-1} x = x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \ldots; \ (x^2 < 1)$$

Serii Fourier

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + a_1 \cos\frac{2\pi x}{T} + a_2 \cos\frac{4\pi x}{T} + \ldots + a_m \cos\frac{2\pi m x}{T} + b_1 \sin\frac{2\pi x}{T} +$$
$$+ b_2 \sin\frac{4\pi x}{T} + b_3 \sin\frac{6\pi x}{T} + \ldots + b_n \sin\frac{2\pi n x}{T}$$

cu

$$a_0 = \frac{2}{T}\int_c^{c+T} f(x)\,\mathrm{d}x; \ a_m = \frac{2}{T}\int_c^{c+T} f(x)\cos\frac{2\pi m x}{T}\,\mathrm{d}x$$

$$b_n = \frac{2}{T}\int_c^{c+T} f(x)\sin\frac{2\pi n x}{T}\,\mathrm{d}x; \ f(x+T) = f(x)$$

în care c și T sînt constante.

Ecuații auxiliare pentru seriile Fourier

$$1 = \frac{4}{\pi}\left[\sin\frac{\pi x}{k} + \frac{1}{3}\sin\frac{3\pi x}{k} + \frac{1}{5}\sin\frac{5\pi x}{k} + \ldots\right]; \quad (0 < x < k)$$

$$x = \frac{2k}{\pi}\left[\sin\frac{\pi x}{k} - \frac{1}{2}\sin\frac{2\pi x}{k} + \frac{1}{3}\sin\frac{3\pi x}{k} - \ldots\right]; (-k < x < k)$$

$$x = \frac{k}{2} - \frac{4k}{\pi^2}\left[\cos\frac{\pi x}{k} + \frac{1}{3^2}\cos\frac{3\pi x}{k} + \frac{1}{5^2}\cos\frac{5\pi x}{k} + \ldots; \ (0 < x < k)\right.$$

$$x^2 = \frac{2k^2}{\pi^3}\left[\left(\frac{\pi^2}{1} - \frac{4}{1}\right)\sin\frac{\pi x}{k} - \frac{\pi^2}{k}\sin\frac{2\pi x}{k} + \left(\frac{\pi^2}{3} + \frac{4}{3^3}\right)\sin\frac{3\pi x}{k} - \frac{\pi^2}{4}\sin\frac{4\pi x}{k} + \right.$$
$$+ \left(\frac{\pi^2}{5} - \frac{4}{5^3}\right)\sin\frac{5\pi x}{k} + \ldots; \ (0 < x < k)$$

$$x^2 = \frac{k^2}{3} - \frac{4k^2}{\pi^2}\left[\cos\frac{\pi x}{k} - \frac{1}{2^2}\cos\frac{2\pi x}{k} + \frac{1}{3^2}\cos\frac{3\pi x}{k} - \frac{1}{4^2}\cos\frac{4\pi x}{k} + \ldots\right];$$

$$(-k < x < k)$$

$$1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \ldots = \frac{\pi}{4}$$

$$1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \ldots = \frac{\pi^2}{6} = B_1\pi^2$$

$$1 - \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} + \ldots = \frac{\pi^2}{12} = \frac{B_1\pi^2}{2}$$

$$1 + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{7^2} + \ldots = \frac{\pi^2}{8} = 3\,\frac{B_1\pi^2}{4}$$

$$\frac{1}{2^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{6^2} + \frac{1}{8^2} + \ldots = \frac{\pi^2}{24} = \frac{B_2\pi^4}{90}$$

în care B_1, B_2 sînt numerele lui Bernoulli.

2.15.9. Numerele lui Bernoulli și Euler

$$B_n = \frac{2n}{2^{2n}(2^{2n}-1)}\Big[\frac{(2n-1)!}{(2n-2)!\,1!}E_{n-1} - \frac{(2n-1)!}{(2n-4)!\,3!}E_{n-2} + \ldots + (-1)^{n}$$

cu E_n, numerele lui Euler:

$$E_n = \frac{(2n)!}{(2n-2)!\,2!}E_{n-1} - \frac{(2n)!}{(2n-4)!\,4!}E_{n-2} + \ldots + (-1)^{n-1}$$

deci:

$E_1 = 1$; $E_2 = 5$; $E_3 = 61$; $E_4 = 1385$; $E_5 = 50\,521$. (Prin definiție $0! = 1$ și $E_0 = 1$, v. 2.19.)

$$B_1 = \frac{1}{6}\,;\ B_2 = \frac{1}{3}\,;\ B_3 = \frac{1}{42}\,;\ B_4 = \frac{1}{30}\,;\ B_5 = \frac{5}{66}\ldots$$

$$B_n = \frac{(2n)!}{\pi^{2n}2^{2n-1}}\left[1 + \frac{1}{2^{2n}} + \frac{1}{3^{2n}} + \frac{1}{4^{2n}} + \ldots\right]$$

$$B_n = \frac{(2n)!}{\pi^{2n}(2^{2n-1}-1)}\left[1 - \frac{1}{2^{2n}} + \frac{1}{3^{2n}} - \frac{1}{4^{2n}} + \ldots\right]$$

$$B_n = \frac{2(2n)!}{\pi^{2n}(2^{2n}-1)}\left[1 + \frac{1}{3^{2n}} + \frac{1}{5^{2n}} + \frac{1}{7^{2n}} + \ldots\right]$$

$$B_n = \frac{2^{2n+2}(2n)!}{\pi^{2n+1}}\left[1 - \frac{1}{3^{2n+1}} + \frac{1}{5^{2n+1}} + \frac{1}{7^{2n+1}} + \ldots\right]$$

2.15.10. Funcţii speciale

Polinoamele lui Legendre:

$$P_n(x) = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \ldots (2n - 1)}{n!} \left[x^n - \frac{n(n-1)}{2(2n-1)} x^{n-2} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2 \cdot 4 (2n-1)(2n-3)} x^{n-4} - \ldots \right]$$

Constituie soluţii ale ecuaţiei diferenţiale Legendre:

$$(1 - x^2) \frac{d^2y}{dx^2} - 2x \frac{dy}{dx} + n(n+1) y = 0 \quad (\text{n întreg}).$$

Polinoamele lui Hermite (Cebîşeff):

$$H_n(x) = y = x^n - C_n^2 x^{n-2} + 1 \cdot 3\, C_n^4 x^{n-4} - 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot C_n^6 x^{n-6} \ldots$$

Constituie soluţii ale ecuaţiei diferenţiale:

$$\frac{d^2y}{dx^2} - x \frac{dy}{dx} + ny = 0 \quad (n \text{ intreg})$$

Funcţia gama (integrala lui Euler de speţa a doua)

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty e^{\alpha-1} e^{-x}\, dx \qquad (\alpha > 0)$$

$$\Gamma(\alpha + 1) = \alpha \Gamma(\alpha)$$

Funcţia beta (integrala lui Euler de speţa întîi)

$$B(p, q) = \int_0^1 x^{p-1} (1 - x)^{q-1}\, dx = \frac{\Gamma(p)\,\Gamma(q)}{\Gamma(p + q)}$$

Funcţii Bessel

— de speţa întîi şi ordinul ν:

$$\dot{I}\,(x) = \left(\frac{x}{2}\right)^\nu \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(-1)^r}{r!\,\Gamma(\nu + r + 1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2r}$$

— de speţa a doua:

$$Y_\nu(x) = \frac{\cos \pi\nu \dot{I}_\nu(x) - \dot{I}_{-\nu}(x)}{\sin \pi\nu}$$

Constituie soluţii ale ecuaţiei diferenţiale

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{1}{x}\,\frac{dy}{dx} + \left(1 - \frac{\nu^2}{x^2}\right) y = 0$$

de forma

$$y = A\dot{I}_\nu(x) + BY_\nu(x)$$

Pentru $\nu = n$, număr întreg

$$\dot{I}_n(x) = \left(\frac{x}{2}\right)^n \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(-1)^r}{r\,!(r+n)\,!} \left(\frac{x}{2}\right)^{2r}$$

Pentru $n = 0$

$$\dot{I}_0(x) = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(-1)^r}{(r\,!)^2} \left(\frac{x}{2}\right)^{2r}$$

Pentru $\nu = -n$ $\qquad \dot{I}_{-n}(x) = (-1)^n \dot{I}_n(x)$

Pentru $\nu = n$, număr întreg, funcţia $Y_n(x)$ devine (soluţia lui Weber):

$$Y_n(x) = \frac{2}{\pi}\left(\gamma + \ln\frac{x}{2}\right) \dot{I}_n(x) - \frac{1}{\pi} \sum_{r=0}^{r=n-1} \frac{(n-r-1)\,!}{r\,!} \left(\frac{x}{2}\right)^{n-2r} -$$

$$-\frac{1}{\pi} \sum_{n=0}^{r=+\infty} (-1)^r \frac{1}{r\,!(n+r)\,!} \left(\frac{x}{2}\right)^{2r+n} \left(1 + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{r} + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{n+r}\right)$$

în care $\gamma = \lim\limits_{m\to\infty}\left(1 + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{m} - \ln m\right)$.

(constanta lui Euler)

Soluţia lui Neumann este legată de soluţia lui Weber prin ecuaţia:

$$Y'_\nu(x) = \frac{1}{2}\,\pi\, Y_\nu(x) + (\ln 2 - \gamma)\, \dot{I}_\nu(x)$$

Funcţiile Bessel pentru coordonate sferice sînt:

$$j_n(x) = \sqrt{\frac{\pi}{2x}}\, \dot{I}_{n+\frac{1}{2}}(x)$$

$$y_n(x) = \sqrt{\frac{\pi}{2x}}\, Y_{n+\frac{1}{2}}(x)$$

Funcțiile Bessel hiperbolice au forme:

$$I_m(x) = i^{-m} I_m(ix)$$

2.15.11. Ecuațiile transformărilor de coordonate obișnuite

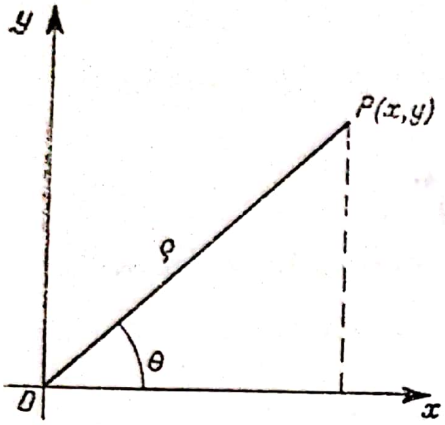


Fig. 2.1

Coordonate in plan

— Coordonate polare generalizate (ρ, θ) (fig. 2.1)

$$\begin{aligned} x &= a\rho \cos^{\alpha} \theta \\ y &= b\rho \sin \theta \end{aligned} \qquad (\rho \geqslant 0;\ 0 \leqslant \theta \leqslant 2\pi)$$

a, b și α sînt constante reale.

Iacobianul transformării:

$$J = \frac{D(x,\ y)}{D(\rho,\ \theta)} = \begin{vmatrix} a \cos^{\alpha}\theta & -\alpha\, a\, \rho \cos^{\alpha-1} \theta \sin \theta \\ b \sin^{\alpha}\theta & \alpha\, b\, \rho \sin^{\alpha-1} \theta \cos \theta \end{vmatrix} \Rightarrow$$

$$= \alpha\, ab\, \rho \cos^{\alpha-1} \theta \sin^{\alpha-1} \theta$$

— Coordonate polare obișnuite $(a = b = \alpha = 1)$

$$\begin{aligned} x &= \rho \cos \theta \\ y &= \rho \sin \theta \end{aligned} \qquad 0 \leqslant \rho;\ 0 \leqslant \theta \leqslant 2\pi$$

$$J = \rho = \sqrt{x^2 + y^2},\ \theta = \operatorname{arctg} \frac{y}{x}$$

Coordonate în spațiul tridimensional

— Coordonate cilindrice (ρ, θ, z)

$$\left.\begin{aligned} x &= \rho \cos \theta \\ y &= \rho \sin \theta \\ z &= z \end{aligned}\right\} \rho \geqslant 0;\ 0 \leqslant \theta < 2\pi$$

Jacobianul transformării:

$$J = \rho = \sqrt{x^2 + y^2},\ \theta = \operatorname{arctg} \frac{y}{x}$$

— Coordonate polare generalizate (ρ, θ, φ)

$$\left.\begin{aligned} x &= ar \sin^{\alpha} \varphi \cos^{\beta} \theta \\ y &= br \sin^{\alpha} \varphi \sin^{\beta} \theta \\ z &= cr \cos^{\alpha} \varphi \end{aligned}\right\} \begin{array}{l} \alpha,\ \beta > 0 \\ r \geqslant 0; 0 \leqslant \theta \leqslant 2\pi;\ 0 \leqslant \varphi \leqslant \pi \end{array}$$

a, b, c, α și β sînt constante reale.

Jacobianul transformării:

$$J = \frac{D(x,\ y,\ z)}{D(\rho,\theta,\ \varphi)} = \begin{vmatrix} a\ \sin^{\alpha}\varphi\ \cos^{\beta}\theta & -\beta\, ar\ \sin^{\alpha}\varphi\ \cos^{\beta-1}\theta\ \sin\theta & \alpha\, ar\ \sin^{\alpha-1}\ \cos\ \varphi\ \cos^{\beta}\theta \\ b\ \sin^{\alpha}\varphi\ \sin^{\beta}\theta & \beta\, br\ \sin^{\alpha}\varphi\ \sin^{\beta-1}\theta\ \cos\theta & \alpha\, br\ \sin^{\alpha-1}\ \cos\ \varphi\ \sin^{\beta}\theta \\ c\ \cos^{\alpha}\varphi & 0 & -\alpha\, cr\ \cos^{\alpha-1}\varphi\ \sin\ \theta \end{vmatrix} =$$

$$= \alpha\beta\, abcr^2 \sin^{\beta-1}\theta\ \cos^{\beta-1}\theta\ \sin^{2\alpha-1}\varphi\ \cos^{\alpha-1}\varphi$$

— Coordonate polare obişnuite (sferice) $(a = b = c = \alpha = \beta = 1)$ (fig. 2.2)

$$\left.\begin{aligned} x &= r \sin\ \varphi\ \cos\ \theta \\ y &= r \sin\ \varphi\ \sin\ \theta \\ z &= r \cos\ \varphi \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} J &= r^2 \sin\ \varphi; \\ \theta &= \operatorname{arctg} \frac{y}{x}; \end{aligned}$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\varphi = \operatorname{arc\,cos}\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\right)$$

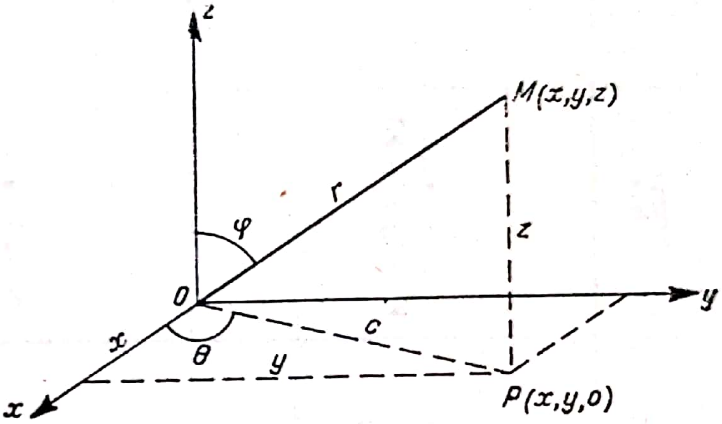


Fig. 2.2

Coordonate in spaţiul n - dimensional (hipersferic) $[R_n(r,\ \theta_1,\ \theta_2 \ldots \theta_{n-1}]$

$$\begin{aligned} x_1 &= r\ \cos\ \theta_1 \\ x_2 &= r\ \sin\ \theta_1\ \cos\ \theta_2 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_{n-1} &= r\ \sin\ \theta_1\ \sin\ \theta_2 \ldots \sin\ \theta_{n-2}\ \cos\ \theta_{n-1} \\ x_n &= r\ \sin\ \theta_1\ \sin\ \theta_2 \ldots \sin\ \theta_{n-2}\ \sin\ \theta_{n-1} \end{aligned}$$

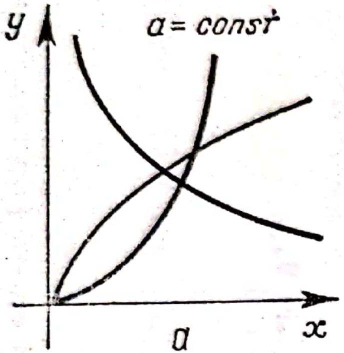
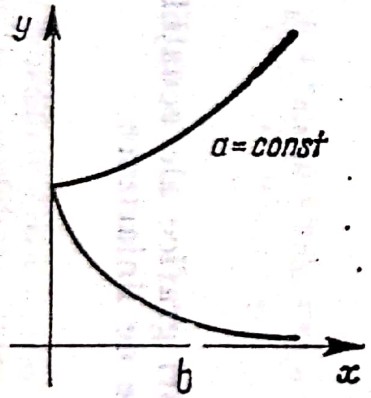
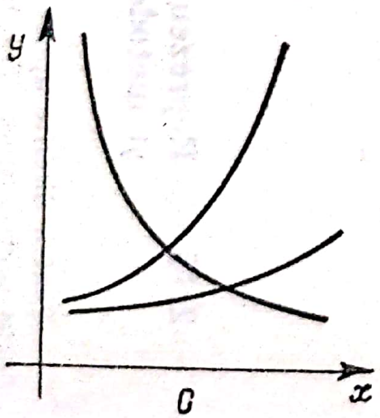
$$r \geqslant 0,\ 0 \leqslant \theta_1 \leqslant \pi,\ 0 \leqslant \theta_2 \leqslant \pi, \ldots,\ 0 \leqslant \theta_{n-1} \leqslant 2\pi.$$

Jacobianul transformării:

$$J = r^{n-1}\ \sin^{n-2}\ \theta_1\ \sin^{n-3}\ \theta_2 \ldots \sin\ \theta_{n-2}$$

2.15.12. Reprezentări grafice ale ecuaţiilor şi metodele de liniarizare

Pentru diferite aplicaţii este necesară verificarea unei ecuaţii prin liniarizare şi determinarea coeficienţilor. Tabelul permite stabilirea ecuaţiilor pentru diferite curbe (fig. 2.3) indicînd schimbarea de variabilă, ecuaţia liniarizată corespunzătoare, precum şi cîteva observaţii de detaliu pentru procedeul de liniarizare.

Figura 2.3	Ecuația empirică	Schimbarea de variabilă	Ecuația liniară	Observații
	$y = ax^b$	$X = \lg x$ $Y = \lg y$	$Y = \lg a + bX$	
	$y = ae^{bx}$	$Y = \lg y$	$Y = \lg a +$ $+ 0{,}4343\, bx$ $(0{,}4343 = \lg e)$	
	$y = \dfrac{1}{a + bx}$	$Y = \dfrac{1}{y}$	$Y = a + bx$	

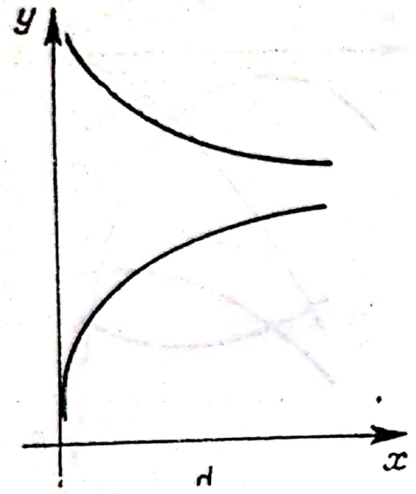
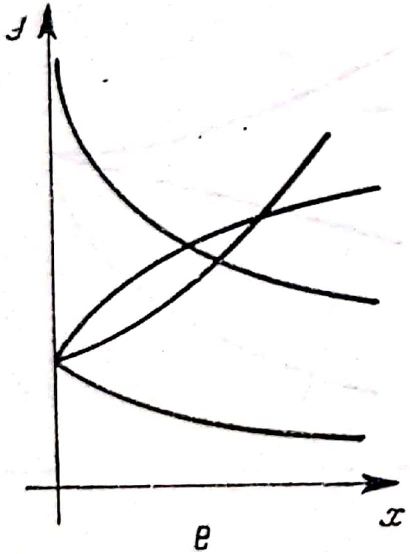
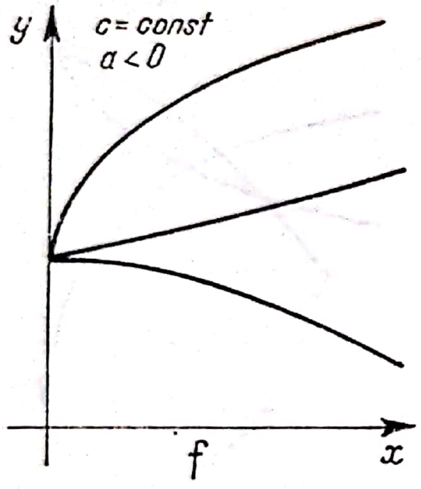
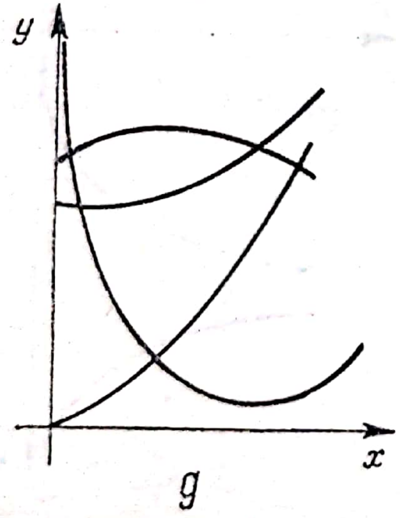
	$y = \frac{x}{a + bx}$	$Y = \frac{x}{y}$	$Y = a + bx$	
	$y = c + ax^b$	Pentru b cunoscut: $X = x^b$ Pentru b necunoscut, se calculează c şi atunci $X = \lg x$ $Y = \lg(y - c)$	$Y = c + aX$ $Y = \lg a + bX$	Curbele sînt analoge cu cele corespunzătoare formulei a, însă deplasate în direcţia axei OY Pentru determinarea lui c se iau pe curba dată două puncte cu abscisele arbitrare x_1 şi x_2, şi ordonatele respective y_1 şi y_2, şi un al treilea punct cu abscisa $x_3 = \sqrt{x_1 x_2}$ şi ordonata y_3. Astfel: $c = \frac{y_1 y_2 - y_3^2}{y_1 + y_2 - 2y_3}$

Figura 2.3	Ecuația empirică	Schimbarea de variabilă	Ecuația liniară	Observații
	$y = c + ae^{bx}$	Se determină c (v. observația); atunci $Y = \lg(y - e)$	$Y = \lg a +$ $+ 0{,}4343\, bx$ $(0{,}4343 = \lg e)$	Curbele sînt analoge cu cele corespunzătoare formulei b, însă deplasate în direcția axei OY. Pentru determinarea lui c se iau pe curba dată două puncte cu abscisele arbitrare x_1 și x_2 și ordonatele respective y_1 și y_2, și un al treilea punct cu abscisa $x_3 = \frac{x_1 + x_2}{2}$ și ordonata y_3; atunci: $c = \frac{y_1 y_2 - y^2}{y_1 + y_2 - 2y_3}$
	$y = a + bx +$ $+ cx^2$	$Y = \frac{y - y_1}{x - x_1}$ x_1 și y_1 fiind coordonatele unui punct arbitrar al curbei date. Dacă valorile lui x formează o progresie aritmetică cu rația h, $Y = \Delta y = y_{i+1} -$ $- y_i$	$Y = (b + cx_1) +$ $+ cx$ $Y = (bh +$ $+ ch^2) + 2chx$	După determinarea lui b și c, se obține a din ecuația $\Sigma y = na + b\Sigma x + c\Sigma x^2$ în care n este numărul valorilor lui x

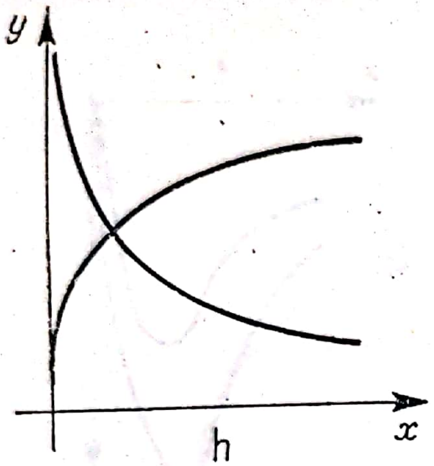
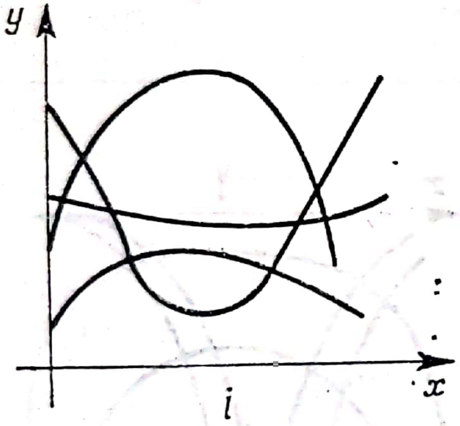
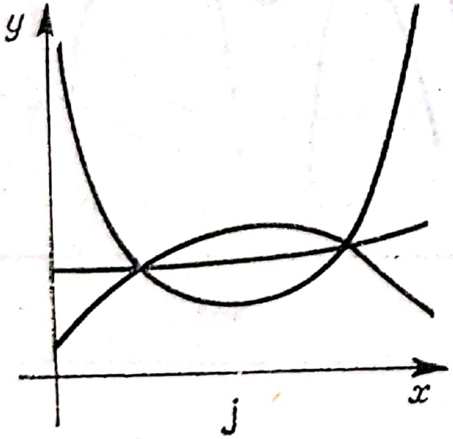
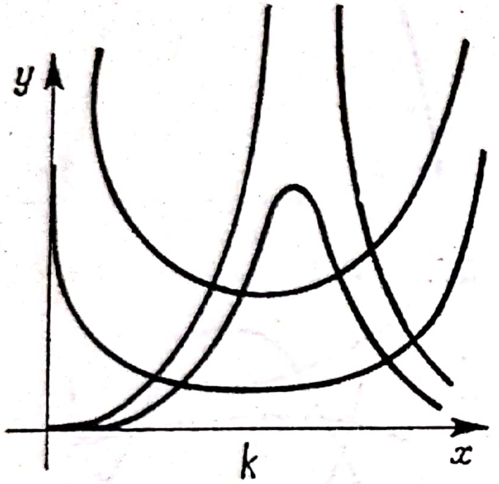
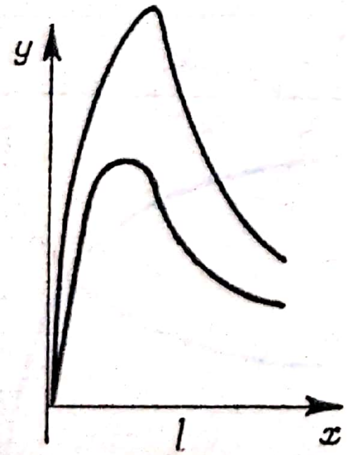
 h	$y = \frac{a + bx}{c + dx}$	$Y = \frac{x - x_1}{y - y_1}$, x_1 și y_1 fiind coordonatele unui punct arbitrar al curbei date	$Y = A + Bx$	În locul coeficienților a, b, c și d se determină A și B, și se reprezintă formula empirică sub forma: $y = y_1 + \frac{x - x_1}{A + Bx}$
 i	$y^2 = a + bx + cx^2$			Prin introducerea variabilei noi $Z = y^2$ se ajunge la formula g
 j	$y = ae^{bx+cx^2}$ sau $\lg y = \lg a + 0{,}4343\, bx + 0{,}4343\, cx^2$ $(0{,}4343 = \lg e)$			Prin introducerea variabilei noi $Z = \lg y$ se ajunge la formula g

Figura 2.3	Ecuația empirică	Schimbarea de variabilă	Ecuația liniară	Observații
	$y = \frac{1}{a + bx + cx^2}$			Prin introducerea variabilei noi $Z = \frac{1}{y}$ se ajunge la formula g
	$y = \frac{x}{a + bx + cx^2}$			Prin introducerea variabilei noi $Z = \frac{x}{y}$ se ajunge la formula g

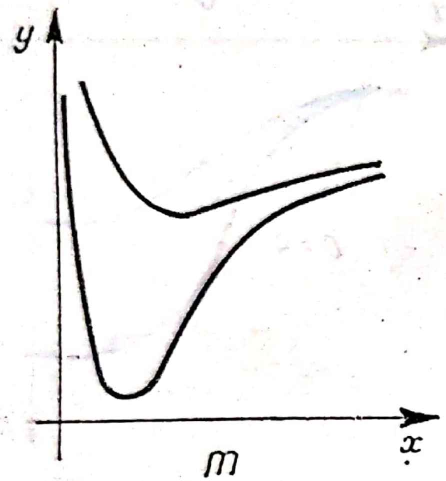
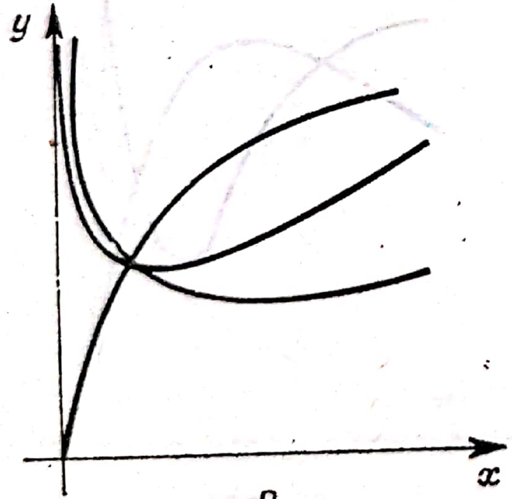
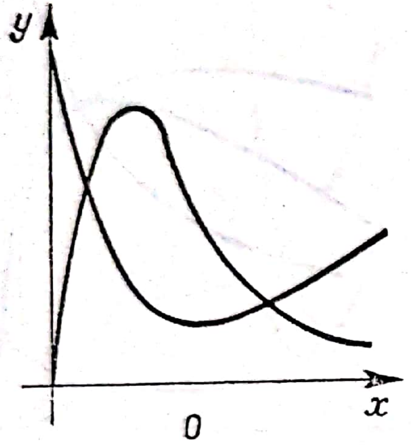
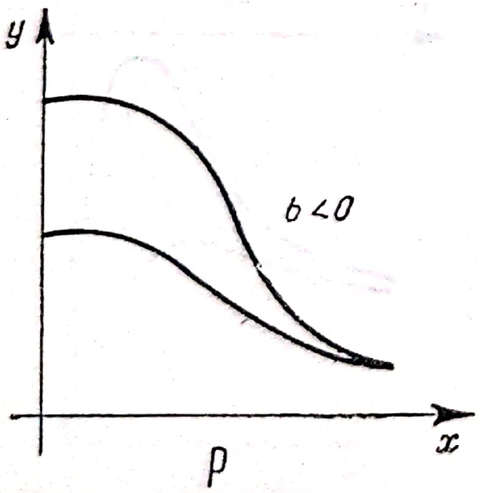
 *m*	$y = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$			Prin introducerea variabilei noi $Z = \frac{1}{x}$ se ajunge la formula *g*
 *n*	$y = a + b \lg x + c \lg^2 x$			Prin introducerea variabilei noi $Z = \lg x$ se ajunge la formula *g*

Figura 2.3	Ecuația empirică	Schimbarea de variabilă	Ecuația liniară	Observații
	$y = ax^b e^{cx}$	Dacă valorile lui x formează o progresie aritmetică cu rația h, atunci $X = \Delta \lg x$ $Y = \Delta \lg y$	$Y = 0{,}4343\, hc + bX$ $(0{,}4343 = \lg e)$	După determinarea lui b și c, se calculează a din ecuația $\Sigma \lg y = n \lg a + b\, \Sigma \lg x + 0{,}4343\, c\Sigma x$, în care n este numărul valorilor lui x
	$y = ae^{bx^c}$			Prin introducerea variabilei noi $Z = \lg y$ se ajunge la formula e

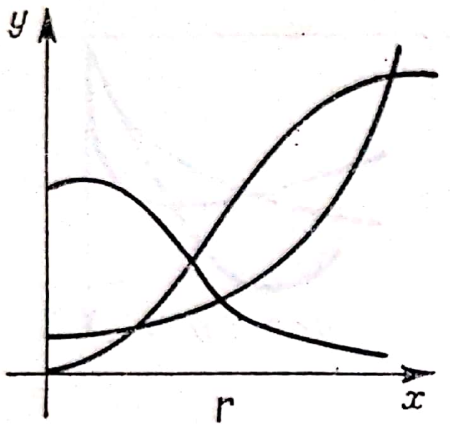
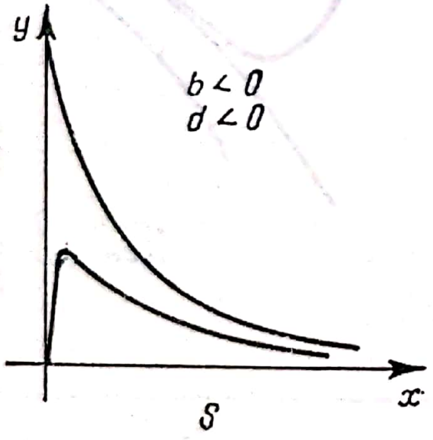
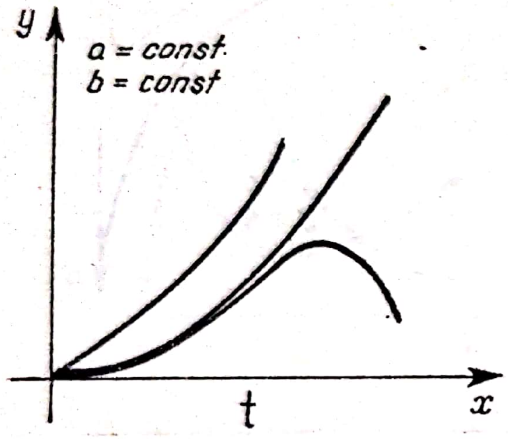
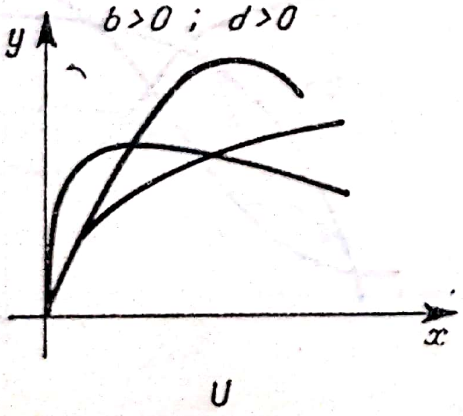
	$y = ae^{be^{cx}}$			Prin introducerea variabilei noi $Z = \lg y$ se ajunge la formula *f*
	$y = ae^{bx} + ce^{dx}$	Dacă valorile lui x formează o progresie aritmetică cu rația h, atunci $X = \frac{y_1}{y}$, $Y = \frac{y_2}{y}$ în care y, y_1 și y_2 sînt ordonatele punctelor de pe curbă pentru trei valori succesive oarecare ale absciselor x, x_1 și x_2.	$Y = (e^{bh} + e^{dh})X - e^{bh} \cdot e^{dh}$	Ecuația liniară din coloana precedentă permite să se determine coeficienții b și d, după care, pentru determinarea lui a și c se efectuează din nou o liniarizare cu ajutorul variabilelor $X' = e^{(b-d)x}$; $Y' = ye^{-dx}$ obținînd ecuația liniară $Y' = c + aX'$

Figura 2.3	Ecuația empirică	Schimbarea de variabilă	Ecuația liniară	Observații
	$y = a + bx + ce^{dx}$	Dacă valorile lui x formează o progresie aritmetică cu rația h, $Y = \lg \Delta^2 y$	$Y = \lg c(e^{dh} - 1)^2$	După determinarea coeficienților c și d se face o nouă liniarizare, luînd $Y' = y - ce^{dx}$ și obținînd ecuația liniară $Y' = a + bx,$ din care se determină a și b
	$y = ax^b + cx^d$	$X = \frac{y_1}{y}, \quad Y = \frac{y_2}{y}$ y, y_1 și y_2 fiind ordonatele punctelor de pe curbă pentru trei valori succesive oarecare ale absciselor x, x_1 și x_2 care formează o progresie geometrică cu rația q	$X = (q^b + q^d) X - q^{b+d}$	După determinarea coeficienților b și d se face o nouă liniarizare luînd $X' = x^{d-b}; \quad Y' = yx^{-b}$ și obținînd ecuația $Y' = a + cX'$ din care se determină a și c

Cazul general	$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{n-1}x^{n-1} + a_nx^n$	$Y = \Delta^{n-1}y$ în care n este ordinul pentru care se obține o valoare constantă a diferențelor pentru valori ale argumentului, care formează o progresie aritmetică cu rația h	$Y = (n-1)!\times h^{n-1}\left(a_{n-1} + \frac{n(n-1)}{2}ha_n\right) + n!\,h^{n-1}a_nx$	Din ecuația dată în coloana precedentă se determină coeficienții a_n și a_{n-1} ai puterilor superioare ale lui x. Apoi, considerînd $Z = y - a_nx^n - a_{n-1}x^{n-1}$, se construiește o nouă funcție rațională de gradul $n-2$: $Z = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{n-3}x^{n-3} + a_{n-2}x^{n-2}$ și cu aceeași metodă se determină a_{n-2} și a_{n-3} etc. Deoarece rareori se utilizează polinoamele de grad mai mare decît 4, adesea după prima determinare a coeficienților puterilor superioare ale lui x (a_4 și a_3) se ajunge la formula g

2.16. ECUAȚII DE APROXIMAȚIE PENTRU FUNCȚII OBIȘNUITE

Pentru valorile mici ale lui x se pot utiliza ecuațiile aproximative conținute în tabel, derivate din dezvoltarea în serii de puteri.

Funcția	Valoarea aproximativă	Termenul următor	Limitele $\|x\|$ pentru ca valoarea absolută a erorii formulei de aproximare să fie mai mică decît 0,001
$(1 \pm x)^2$	$1 \pm 2x$	$+ x^2$	$\|x\| < 0{,}032$
$(a \pm x)^2$	$a^2 \pm 2ax$	—	—
$(1 \pm x)^3$	$1 \pm 3x$	$+ 3x^2$	$\|x\| < 0{,}018$
$(1 \pm x)^n$	$1 \pm nx$	$+ \frac{1}{2} n(n-1) x^2$	—
$1/(1 \pm x)$	$1 \mp x$	$\pm x^2$	$\|x\| < 0{,}032$
$(1 + y)/(1 \mp x)$	$1 + y \pm x$	—	—
$\sqrt{1 \pm x}$	$1 \pm x/2$	$- \frac{x^2}{8}$	$\|x\| < 0{,}089$
$\sqrt{y(y + x)}$	$1/2(2y + x)$	—	—
$1/\sqrt{1 + x}$	$1 - x/2$	$+ \frac{3}{8} x^2$	$\|x\| < 0{,}052$
$\sqrt[q]{(1 + x)^p}$	$1 + (p/q)\, x$	$+ \frac{p(p-q)}{2q^2} x^2$	—
$1/\sqrt[q]{(1 + x)^p}$	$1 - (p/q)\, x$	$+ \frac{p(p+q)}{2q^2} x^2$	—
$\sqrt{y^2 + x^2}$	$y + x^2/2y$	—	—
e^x	$1 + x$	$+ \frac{x^2}{2}$	$\|x\| < 0{,}045$
a^x	$1 + x \ln a =$	$+ \frac{1}{2} x^2 (\ln a)^2$	—
	$= 1 + 0{,}3026\, x \lg a$	—	—
$\ln (1 + x)$	x	$- \frac{x^2}{2}$	$\|x\| < 0{,}045$
$\lg (1 + x)$	$0{,}43429\, x$	$- 0{,}21715\, x^2$	$\|x\| < 0{,}068$
$\ln (1 + x)/(1 - x)$	$2x$	$+ \frac{2}{3} x^3$	$\|x\| < 0{,}114$
$\ln(x + \sqrt{1 + x^2})$	x	$- \frac{1}{6} x^3$	$\|x\| < 0{,}182$

Funcția	Valoarea aproximativă	Termenul următor	Limitele $\lvert x \rvert$ pentru ca valoarea absolută a erorii formulei de aproximare să fie mai mică decît 0,001
Pentru n și m mari sînt valabile ecuațiile aproximative			
$\sum_{1}^{m} \sqrt{n}$	$\frac{2}{3} m^{\frac{3}{2}} + \frac{m}{2} - 0{,}245$		
$\sum_{1}^{m} \frac{1}{n}$	$\ln m + 0{,}57739 + \frac{0{,}4899}{m} \quad (m \geqslant 10)$		
$n\,!$	$e^{-n} n^{n} \sqrt{2\pi n}$ (Stirling)		
$\ln n\,!$	$n \ln n - n$ (Stirling)		
$n\,!$	$\sqrt{2\pi}\left\{\frac{\sqrt{n^2 + n + \frac{1}{6}}}{e}\right\}^{n+\frac{1}{2}}$		
$\sqrt{n}$	$\frac{1}{2}\left(\frac{n}{x} + x\right)$ $x = \sqrt{m}$ (m = întregul imediat superior lui n)		
În cazul funcțiilor trigonometrice, x este dat în radiani.			
$\cos x$	$1 - x^2/2$	$+\frac{1}{24} x^4$	$\lvert x \rvert < 0{,}394$ (= 22,6°)
$\sin x$	x	$-\frac{1}{6} x^3$	$\lvert x \rvert < 0{,}182$ (= 10,4°)
$\operatorname{tg} x$	x	$+\frac{1}{3} x^3$	$\lvert x \rvert < 0{,}144$ (= 8,25°)
$\operatorname{cotg} x$	$1/x$	$-\frac{1}{3} x$	$\lvert x \rvert < 0{,}003$ (= 0,172° = 10,3′)
$\arcsin x$	x	$+\frac{1}{6} x^3$	$\lvert x \rvert < 0{,}182$ (= 10,4°)
$\operatorname{arctg} x$	x	$-\frac{1}{3} x^3$	$\lvert x \rvert < 0{,}144$ (= 8,25°)
$\operatorname{ch} x$	$1 + x^2/2$	$+\frac{1}{24} x^4$	$\lvert x \rvert < 0{,}394$
$\operatorname{sh} x$	x	$+\frac{1}{6} x^3$	$\lvert x \rvert < 0{,}182$
$\operatorname{th} x$	x	$-\frac{1}{3} x^3$	$\lvert x \rvert < 0{,}144$
$\operatorname{coth} x$	$\frac{1}{x}$	$+\frac{1}{3} x$	$\lvert x \rvert < 0{,}003$

2.17. FUNCŢII EXPONENŢIALE

Tabelul conţine valorile funcţiilor e^x, $\lg e^x$ şi e^{-x} pentru domeniul $x = 0$ la $x = 10$.

Exemplu. Pentru $x = 2,22$: $e^x = 9,2073$, $\lg e^x = 0,96413$ şi $e^{(-x)} = 0,108609$.

x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}	x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}
0,00	1,0000	0,00000	1,000000	**0,35**	1,4191	0,15200	0,704688
0,01	1,0101	,00434	0,990050	0,36	1,4333	,15635	,697676
0,02	1,0202	,00869	,980199	0,37	1,4477	,16069	,690734
0,03	1,0305	,01303	,970446	0,38	1,4623	,16503	,683861
0,04	1,0408	,01737	,960789	0,39	1,4770	,16937	,677057
0,05	1,0513	0,02171	0,951229	**0,40**	1,4918	0,17372	0,670320
0,06	1,0618	,02606	,941765	0,41	1,5068	,17806	,663650
0,07	1,0725	,03040	,932394	0,42	1,5220	,18240	,657047
0,08	1,0833	,03474	,923116	0,43	1,5373	,18675	,650509
0,09	1,0942	,03909	,913931	0,44	1,5527	,19109	,644036
0,10	1,1052	0,04343	0,904837	**0,45**	1,5683	0,19543	0,637628
0,11	1,1163	,04777	,895834	0,46	1,5841	,19978	,631284
0,12	1,1275	,05212	,886920	0,47	1,6000	,20412	,625002
0,13	1,1388	,05646	,878095	0,48	1,6161	,20846	,618783
0,14	1,1503	,06080	,869358	0,49	1,6323	,21280	,612626
0,15	1,1618	0,06514	0,860708	**0,50**	1,6487	0,21715	0,606531
0,16	1,1735	,06949	,852144	0,51	1,6653	,22149	,600496
0,17	1,1853	,07383	,843665	0,52	1,6820	,22583	,594521
0,18	1,1972	,07817	,835270	0,53	1,6989	,23018	,588605
0,19	1,2092	,08252	,826959	0,54	1,7160	,23452	,582748
0,20	1,2214	0,08686	0,818731	**0,55**	1,7333	0,23886	0,576950
0,21	1,2337	,09120	,810584	0,56	1,7507	,24320	,571209
0,22	1,2461	,09554	,802519	0,57	1,7683	,24755	,565525
0,23	1,2586	,09989	,794534	0,58	1,7860	,25189	,559898
0,24	1,2712	,10423	,786628	0,59	1,8040	,25623	,554327
0,25	1,2840	0,10857	0,778801	**0.60**	1,8221	0,26058	0,548812
0,26	1,2969	,11292	,771052	0,61	1,8404	,26492	,543351
0,27	1,3100	,11726	,763379	0,62	1,8589	,26926	,537944
0,28	1,3231	,12160	,755784	0,63	1,8776	,27361	,532592
0,29	1,3364	,12595	,748264	0,64	1,8965	,27795	,527292
0,30	1,3499	0,13029	0,740818	**0,65**	1,9155	0,28229	0,522046
0,31	1,3634	,13463	,733447	0,66	1,9348	,28663	,516851
0,32	1,3771	,13897	,726149	0,67	1,9542	,29098	,511709
0,33	1,3910	,14332	,718924	0,68	1,9739	,29532	,506617
0,34	1,4049	,14766	,711770	0,69	1,9937	,29966	,501576
0,35	1,4191	0,15200	0,704688	**0,70**	2,0138	0,30401	0,496585

x	e^x	lg e^x	e^{-x}	x	e^x	lg e^x	e^{-x}
0,70	2,0138	0,30401	0,496585	1,10	3,0042	0,47772	0,332871
0,71	2,0340	,30835	,491644	1,11	3,0344	,48207	,329559
0,72	2,0544	,31269	,486752	1,12	3,0649	,48641	,326280
0,73	2,0751	,31703	,481909	1,13	3,0957	,49075	,323033
0,74	2,0959	,32138	,477114	1,14	3,1268	,49510	,319819
0,75	2,1170	0,32572	0,472367	1,15	3,1582	0,49944	0,316637
0,76	2,1383	,33006	,467666	1,16	3,1899	,50378	,313486
0,77	2,1598	,33441	,463013	1,17	3,2220	,50812	,310367
0,78	2,1815	,33875	,458406	1,18	3,2544	,51247	,307279
0,79	2,2034	,34309	,453845	1,19	3,2871	,51681	,304221
0,80	2,2255	0,34744	0,449329	1,20	3,3201	0,52115	0,301194
0,81	2,2479	,35178	,444858	1,21	3,3535	,52550	,298197
0,82	2,2705	,35612	,440432	1,22	3,3872	,52984	,295230
0,83	2,2933	,36046	,436049	1,23	3,4212	,53418	,292293
0,84	2,3164	,36481	,431711	1,24	3,4556	,53853	,289384
0,85	2,3396	0,36915	0,427415	1,25	3,4903	0,54287	0,286505
0,86	2,3632	,37349	,423162	1,26	3,5254	,54721	,283654
0,87	2,3869	,37784	,418952	1,27	3,5609	,55155	,280832
0,88	2,4109	,38218	,414783	1,28	3,5966	,55590	,278037
0,89	2,4351	,38652	,410656	1,29	3,6328	,56024	,275271
0,90	2,4596	0,39087	0,406570	1,30	3,6693	0,56458	0,272532
0,91	2,4843	,39521	,402524	1,31	3,7062	,56893	,269820
0,92	2,5093	,39955	,398519	1,32	3,7434	,57327	,267135
0,93	2,5345	,40389	,394554	1,33	3,7810	,57761	,264477
0,94	2,5600	,40824	,390628	1,34	3,8190	,58195	,261846
0,95	2,5857	0,41258	0,386741	1,35	3,8574	0,58630	0,259240
0,96	2,6117	,41692	,382893	1,36	3,8962	,59064	,256661
0,97	2,6379	,42127	,379083	1,37	3,9354	,59498	,254107
0,98	2,6645	,42561	,375311	1,38	3,9749	,59933	,251579
0,99	2,6912	,42995	,371577	1,39	4,0149	,60367	,249075
1,00	2,7183	0,43429	0,367879	1,40	4,0552	0,60801	0,246597
1,01	2,7456	,43864	,364219	1,41	4,0960	,61236	,244143
1,02	2,7732	,44298	,360595	1,42	4,1371	,61670	,241714
1,03	2,8011	,44732	,357007	1,43	4,1787	,62104	,239309
1,04	2,8292	,45167	,353455	1,44	4,2207	,62538	,236928
1,05	2,8577	0,45601	0,349938	1,45	4,2631	0,62973	0,234570
1,06	2,8864	,46035	,346456	1,46	4,3060	,63407	,232236
1,07	2,9154	,46470	,343009	1,47	4,3492	,63841	,229925
1,08	2,9447	,46904	,339596	1,48	4,3929	,64276	,227638
1,09	2,9743	,47338	,336216	1,49	4,4371	,64710	,225373
1,10	3,0042	0,47772	0,332871	1,50	4,4817	0,65144	0,223130

2.17. (continuare)

x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}	x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}
1,50	4,4817	0,65144	0,223130	**1,90**	6,6859	0,82516	0,149569
1,51	4,5267	,65578	,220910	1,91	6,7531	,82950	,148080
1,52	4,5722	,66013	,218712	1,92	6,8210	,83385	,146607
1,53	4,6182	,66447	,216536	1,93	6,8895	,83819	,145148
1,54	4,6646	,66881	,214381	1,94	6,9588	,84253	,143704
1,55	4,7115	0,67316	0,212248	**1,95**	7,0287	0,84687	0,142274
1,56	4,7588	,67750	,210136	1,96	7,0993	,85122	,140858
1,57	4,8066	,68184	,208045	1,97	7,1707	,85556	,139457
1,58	4,8550	,68619	,205975	1,98	7,2427	,85990	,138069
1,59	4,9037	,69053	,203926	1,99	7,3155	,86425	,136695
1,60	4,9530	0,69487	0,201897	**2,00**	7,3891	0,86859	0,135335
1,61	5,0028	,69921	,199888	2,01	7,4633	,87293	,133989
1,62	5,0531	,70356	,197899	2,02	7,5383	,87727	,132655
1,63	5,1039	,70790	,195930	2,03	7,6141	,88162	,131336
1,64	5,1552	,71224	,193980	2,04	7,6906	,88596	,130029
1,65	5,2070	0,71659	0,192050	**2,05**	7,7679	0,89030	0,128735
1,66	5,2593	,72093	,190139	2,06	7,8460	,89465	,127454
1,67	5,3122	,72527	,188247	2,07	7,9248	,89899	,126186
1,68	5,3656	,72961	,186374	2,08	8,0045	,90333	,124930
1,69	5,4195	,73396	,184520	2,09	8,0849	,90768	,123687
1,70	5,4739	0,73830	0,182684	**2,10**	8,1662	0,91202	0,122456
1,71	5,5290	,74264	,180866	2,11	8,2482	,91636	,121238
1,72	5,5845	,74699	,179066	2,12	8,3311	,92070	,120032
1,73	5,6407	,75133	,177284	2,13	8,4149	,92505	,118837
1,74	5,6973	,75567	,175520	2,14	8,4994	,92939	,117655
1,75	5,7546	0,76002	0,173774	**2,15**	8,5849	0,93373	0,116484
1,76	5,8124	,76436	,172045	2,16	8,6711	,93808	,115325
1,77	5,8709	,76870	,170333	2,17	8,7583	,94242	,114178
1,78	5,9299	,77304	,168638	2,18	8,8463	,94676	,113042
1,79	5,9895	,77739	,166960	2,19	8,9352	,95110	,111917
1,80	6,0496	0,78173	0,165299	**2,20**	9,0250	0,95545	0,110803
1,81	6,1104	,78607	,163654	2,21	9,1157	,95979	,109701
1,82	6,1719	,79042	,162026	2,22	9,2073	,96413	,108609
1,83	6,2339	,79476	,160414	2,23	9,2999	,96848	,107528
1,84	6,2965	,79910	,158817	2,24	9,3933	,97282	,106459
1,85	6,3598	0,80344	0,157237	**2,25**	9,4877	0,97716	0,105399
1,86	6,4237	,80779	,155673	2,26	9,5831	,98151	,104350
1,87	6,4883	,81213	,154124	2,27	9,6794	,98585	,103312
1,88	6,5535	,81647	,152590	2,28	9,7767	,99019	,102284
1,89	6,6194	,82082	,151072	2,29	9,8749	,99453	,101266
1,90	6,6859	0,82516	0,149569	**2,30**	9,9742	0,99888	0,100259

2.17. (continuare)

x	e^x	lg e^x	e^{-x}	x	e^x	lg e^x	e^{-x}
2,30	9,9742	0,99888	0,100259	2,70	14,880	1,17260	0,067206
2,31	10,074	1,00322	,099261	2,71	15,029	1,17694	,066537
2,32	10,176	1,00756	,098274	2,72	15,180	1,18128	,065875
2,33	10,278	1,01191	,097296	2,73	15,333	1,18562	,065219
2,34	10,381	1,01625	,096328	2,74	15,487	1,18997	,064570
2,35	10,486	1,02059	0,095369	2,75	15,643	1,19431	0,063928
2,36	10,591	1,02493	,094420	2,76	15,800	1,19865	,063292
2,37	10,697	1,02928	,093481	2,77	15,959	1,20300	,062662
2,38	10,805	1,03362	,092551	2,78	16,119	1,20734	,062039
2,39	10,913	1,03796	,091630	2,79	16,281	1,21168	,061421
2,40	11,023	1,04231	0,090718	2,80	16,445	1,21602	0,060810
2,41	11,134	1,04665	,089815	2,81	16,610	1,22037	,060205
2,24	11,246	1,05099	,088922	2,82	16,777	1,22471	,059606
2,43	11,359	1,05534	,088037	2,83	16,945	1,22905	,059013
2,44	11,473	1,05968	,087161	2,84	17,116	1,23340	,058426
2,45	11,588	1,06402	0,086294	2,85	17,288	1,23774	0,057844
2,46	11,705	1,06836	,085435	2,86	17,462	1,24208	,057269
2,47	11,822	1,07271	,084585	2,87	17,637	1,24643	,056699
2,48	11,941	1,07705	,083743	2,88	17,814	1,25077	,056135
2,49	12,061	1,08139	,082910	2,89	17,993	1,25511	,055576
2,50	12,182	1,08574	0,082085	2,90	18,174	1,25945	0,055023
2,51	12,305	1,09008	,081268	2,91	18,357	1,26380	,054476
2,52	12,429	1,09442	,080460	2,92	18,541	1,26814	,053934
2,53	12,554	1,09877	,079659	2,93	18,728	1,27248	,053397
2,54	12,680	1,10311	,078866	2,94	18,916	1,27683	,052866
2,55	12,807	1,10745	0,078082	2,95	19,106	1,28117	0,052340
2,56	12,936	1,11179	,077305	2,96	19,298	1,28551	,051819
2,57	13,066	1,11614	,076536	2,97	19,492	1,28985	,051303
2,58	13,197	1,12048	,075774	2,98	19,688	1,29420	,050793
2,59	13,330	1,12482	,075020	2,99	19,886	1,29854	,050287
2,60	13,464	1,12917	0,074274	3,00	20,086	1,30288	0,049787
2,61	13,599	1,13351	,073535	3,01	20,287	1,30723	,049292
2,62	13,736	1,13785	,072803	3,02	20,491	1,31157	,048801
2,63	13,874	1,14219	,072078	3,03	20,697	1,31591	,048316
2,64	14,013	1,14654	,071361	3,04	20,905	1,32026	,047835
2,65	14,154	1,15088	0,070651	3,05	21,115	1,32460	0,047359
2,66	14,296	1,15522	,069948	3,06	21,328	1,32894	,046888
2,67	14,440	1,15957	,069252	3,07	21,542	1,33328	,046421
2,68	14,585	1,16391	,068563	3,08	21,758	1,33763	,045959
2,69	14,732	1,16825	,067881	3,09	21,977	1,34197	,045502
2,70	14,880	1,17260	0,067206	3,10	22,198	1,34631	0,045049

2.17. (continuare)

x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}	x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}
3,10	22,198	1,34631	0,045049	3,50	33,115	1,52003	0,030197
3,11	22,421	1,35066	,044601	3,51	33,448	1,52437	,029897
3,12	22,646	1,35500	,044157	3,52	33,784	1,52872	,029599
3,13	22,874	1,35934	,043718	3,53	34,124	1,53306	,029305
3,14	23,104	1,36368	,043283	3,54	34,467	1,53740	,029013
3,15	23,336	1,36803	0,042852	3,55	34,813	1,54175	0,028725
3,16	23,571	1,37237	,042426	3,56	35,163	1,54609	,028439
3,17	23,807	1,37671	,042004	3,57	35,517	1,55043	,028156
3,18	24,047	1,38106	,041586	3,58	35,874	1,55477	,027876
3,19	24,288	1,38540	,041172	3,59	36,234	1,55912	,027598
3,20	24,533	1,38974	0,040762	3,60	36,598	1,56346	0,027324
3,21	24,779	1,39409	,040357	3,61	36,966	1,56780	,027052
3,22	25,028	1,39843	,039955	3,62	37,338	1,57215	,026783
3,23	25,280	1,40277	,039557	3,63	37,713	1,57649	,026516
3,24	25,534	1,40711	,039164	3,64	38,092	1,58083	,026252
3,25	25,790	1,41146	0,038774	3,65	38,475	1,58517	0,025991
3,26	26,050	1,41580	,038388	3,66	38,861	1,58952	,025733
3,27	26,311	1,42014	,038006	3,67	39,252	1,59386	,025476
3,28	26,576	1,42449	,037628	3,68	39,646	1,59820	,025223
3,29	26,843	1,42883	,037254	3,69	40,045	1,60255	,024972
3,30	27,113	1,43317	0,036883	3,70	40,447	1,60689	0,024724
3,31	27,385	1,43751	,036516	3,71	40,854	1,61123	,024478
3,32	27,660	1,44186	,036153	3,72	41,264	1,61558	,024234
3,33	27,938	1,44620	,035793	3,73	41,679	1,61992	,023993
3,34	28,219	1,45054	,035437	3,74	42,098	1,62426	,023754
3,35	28,503	1,45489	0,035084	3,75	42,521	1,62860	0,023518
3,36	28,789	1,45923	,034735	3,76	42,948	1,63295	,023284
3,37	29,079	1,46357	,034390	3,77	43,380	1,63729	,023052
3,38	29,371	1,46792	,034047	3,78	43,816	1,64163	,022823
3,39	29,666	1,47226	,033709	3,79	44,256	1,64598	,022596
3,40	29,964	1,47660	0,033373	3,80	44,701	1,65032	0,022371
3,41	30,265	1,48094	,033041	3,81	45,150	1,65466	,022148
3,42	30,569	1,48529	,032712	3,82	45,604	1,65900	,021928
3,43	30,877	1,48963	,032387	3,83	46,063	1,66335	,021710
3,44	31,187	1,49397	,032065	3,84	46,525	1,66769	,021494
3,45	31,500	1,49832	0,031746	3,85	46,993	1,67203	0,021280
3,46	31,817	1,50266	,031430	3,86	47,465	1,67638	,021068
3,47	32,137	1,50700	,031117	3,87	47,942	1,68072	,020858
3,48	32,460	1,51134	,030807	3,88	48,424	1,68506	,020651
3,49	32,786	1,51569	,030501	3,89	48,911	1,68941	,020445
3,50	33,115	1,52003	0,030197	3,90	49,402	1,69375	0,020242

2.17. (continuare)

x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}	x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}
3,90	49,402	1,69375	0,020242	4,30	73,700	1,86747	0,013569
3,91	49,899	1,69809	,020041	4,31	74,440	1,87181	,013434
3,92	50,400	1,70243	,019841	4,32	75,189	1,87615	,013300
3,93	50,907	1,70678	,019644	4,33	75,944	1,88050	,013168
3,94	51,419	1,71112	,019448	4,34	76,708	1,88484	,013037
3,95	51,935	1,71546	0,019255	4,35	77,478	1,88918	0,012907
3,96	52,457	1,71981	,019063	4,36	78,257	1,89352	,012778
3,97	52,985	1,72415	,018873	4,37	79,044	1,89787	,012651
3,98	53,517	1,72849	,018686	4,38	79,838	1,90221	,012525
3,99	54,055	1,73283	,018500	4,39	80,640	1,90655	,012401
4,00	54,598	1,73718	0,018316	4,40	81,451	1,91090	0,012277
4,01	55,147	1,74152	,018133	4,41	82,269	1,91524	,012155
4,02	55,701	1,74586	,017953	4,42	83,096	1,91958	,012034
4,03	56,261	1,75021	,017774	4,43	83,931	1,92392	,011914
4,04	56,826	1,75455	,017597	4,44	84,775	1,92827	,011796
4,05	57,397	1,75889	0,017422	4,45	85,627	1,93261	0,011679
4,06	57,974	1,76324	,017249	4,46	86,488	1,93695	,011562
4,07	58,557	1,76758	,017077	4,47	87,357	1,94130	,011447
4,08	59,145	1,77192	,016907	4,48	88,235	1,94564	,011333
4,09	59,740	1,77626	,016739	4,49	89,121	1,94998	,011221
4,10	60,340	1,78061	0,016573	4,50	90,017	1,95433	0,011109
4,11	60,947	1,78495	,016408	4,51	90,922	1,95867	,010998
4,12	61,559	1,78929	,016245	4,52	91,836	1,96301	,010889
4,13	62,178	1,79364	,016083	4,53	92,759	1,96735	,010781
4,14	62,803	1,79798	,015923	4,54	93,691	1,97170	,010673
4,15	63,434	1,80232	0,015764	4,55	94,632	1,97604	0,010567
4,16	64,072	1,80667	,015608	4,56	95,583	1,98038	,010462
4,17	64,715	1,81101	,015452	4,57	96,544	1,98473	,010358
4,18	65,366	1,81535	,015299	4,58	97,514	1,98907	,010255
4,19	66,023	1,81969	,015146	4,59	98,494	1,99341	,010153
4,20	66,686	1,82404	0,014996	4,60	99,484	1,99775	0,010052
4,21	67,357	1,82838	,014846	4,61	100,48	2,00210	,009952
4,22	68,033	1,83272	,014699	4,62	101,49	2,00644	,009853
4,23	68,717	1,83707	,014552	4,63	102,51	2,01078	,009755
4,24	69,408	1,84141	,014408	4,64	103,54	2,01513	,009658
4,25	70,105	1,84575	0,014264	4,65	104,58	2,01947	0,009562
4,26	70,810	1,85009	,014122	4,66	105,64	2,02381	,009466
4,27	71,522	1,85444	,013982	4,67	106,70	2,02816	,009372
4,28	72,240	1,85878	,013843	4,68	107,77	2,03250	,009279
4,29	72,966	1,86312	,013705	4,69	108,85	2,03684	,009187
4,30	73,700	1.86747	0,013569	4.70	109,95	2,04118	0,009095

x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}	x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}
4,70	109,95	2,04118	0,009095	**5,10**	164,02	2,21490	0,006097
4,71	111,05	2,04553	,009005	5,11	165,67	2,21924	,006036
4,72	112,17	2,04987	,008915	5,12	167,34	2,22359	,005976
4,73	113,30	2,05421	,008826	5,13	169,02	2,22793	,005917
4,74	114,43	2,05856	,008739	5,14	170,72	2,23227	,005858
4,75	115,58	2,06290	0,008652	**5,15**	172,43	2,23662	0,005799
4,76	116,75	2,06724	,008566	5,16	174,16	2,24096	,005742
4,77	117,92	2,07158	,008480	5,17	175,91	2,24530	,005685
4,78	119,10	2,07593	,008396	5,18	177,68	2,24965	,005628
4,79	120,30	2,08027	,008312	5,19	179,47	2,25399	,005572
4,80	121,51	2,08461	0,008230	**5,20**	181,27	2,25833	0,005517
4,81	122,73	2,08896	,008148	5,21	183,09	2,26267	,005462
4,82	123,97	2,09330	,008067	5,22	184,93	2,26702	,005407
4,83	125,21	2,09764	,007987	5,23	186,79	2,27136	,005354
4,84	126,47	2,10199	,007907	5,24	188,67	2,27570	,005300
4,85	127,74	2,10633	0,007828	**5,25**	190,57	2,28005	0,005248
4,86	129,02	2,11067	,007750	5,26	192,48	2,28439	,005195
4,87	130,32	2,11501	,007673	5,27	194,42	2,28873	,005144
4,88	131,63	2,11936	,007597	5,28	196,37	2,29307	,005092
4,89	132,95	2,12370	,007521	5,29	198,34	2,29742	,005042
4,90	134,29	2,12804	0,007447	**5,30**	200,34	2,30176	0,004992
4,91	135,64	2,13239	,007372	5,31	202,35	2,30610	,004942
4,92	137,00	2,13673	,007299	5,32	204,38	2,31045	,004893
4,93	138,38	2,14107	,007227	5,33	206,44	2,31479	,004844
4,94	139,77	2,14541	,007155	5,34	208,51	2,31913	,004796
4,95	141,17	2,14976	0,007083	**5,35**	210,61	2,32348	0,004748
4,96	142,59	2,15410	,007013	5,36	212,72	2,32782	,004701
4,97	144,03	2,15844	,006943	5,37	214,86	2,33216	,004654
4,98	145,47	2,16279	,006874	5,38	217,02	2,33650	,004608
4,99	146,94	2,16713	,006806	5,39	219,20	2,34085	,004562
5,00	148,41	2,17147	0,006738	**5,40**	221,41	2,34519	0,004517
5,01	149,90	2,17582	,006671	5,41	223,63	2,34953	,004472
5,02	151,41	2,18016	,006605	5,42	225,88	2,35388	,004427
5,03	152,93	2,18450	,006539	5,43	228,15	2,35822	,004383
5,04	154,47	2,18884	,006474	5,44	230,44	2,36256	,004339
5,05	156,02	2,19319	0,006409	**5,45**	232,76	2,36690	0,004296
5,06	157,59	2,19753	,006346	5,46	235,10	2,37125	,004254
5,07	159,17	2,20187	,006282	5,47	237,46	2,37559	,004211
5,08	160,77	2,20622	,006220	5,48	239,85	2,37993	,004169
5,09	162,39	2,21056	,006158	5,49	242,26	2,38428	,004128
5,10	164,02	2,21490	0,006097	**5,50**	244,69	2,38862	0,004087

2.17. (continuare)

x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}	x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}
5,50	244,69	2,38862	0,0040868	7,25	1408,1	3,14863	0,0007102
5,55	257,24	2,41033	,0038875	7,30	1480,3	3,17035	,0006755
5,60	270,43	2,43205	,0036979	7,35	1556,2	3,19206	,0006426
5,65	284,29	2,45376	,0035175	7,40	1636,0	3,21378	,0006113
5,70	298,87	2,47548	,0033460	7,45	1719,9	3,23549	,0005814
5,75	314,19	2,49719	0,0031828	7,50	1808,0	3,25721	0,0005531
5,80	330,30	2,51891	,0030276	7,55	1900,7	3,27892	,0005261
5,85	347,23	2,54062	,0028799	7,60	1998,2	3,30064	,0005005
5,90	365,04	2,56234	,0027394	7,65	2100,6	3,32235	,0004760
5,95	383,75	2,58405	,0026058	7,70	2208,3	3,34407	,0004528
6,00	403,43	2,60577	0,0024788	7,75	2321,6	3,36578	0,0004307
6,05	424,11	2,62748	,0023579	7,80	2440,6	3,38750	,0004097
6,10	445,86	2,64920	,0022429	7,85	2565,7	3,40921	,0003898
6,15	468,72	2,67091	,0021335	7,90	2697,3	3,43093	,0003707
6,20	492,75	2,69263	,0020294	7,95	2835,6	3,45264	,0003527
6,25	518,01	2,71434	0,0019305	8,00	2981,0	3,47436	0,0003355
6,30	544,57	2,73606	,0018363	8,05	3133,8	3,49607	,0003191
6,35	572,49	2,75777	,0017467	8,10	3294,5	3,51779	,0003035
6,40	601,85	2,77948	,0016616	8,15	3463,4	3,53950	,0002887
6,45	632,70	2,80120	,0015805	8,20	3641,0	3,56121	,0002747
6,50	665,14	2,82291	0,0015034	8,25	3827,6	3,58293	0,0002613
6,55	699,24	2,84463	,0014301	8,30	4023,9	3,60464	,0002485
6,60	735,10	2,86634	,0013604	8,35	4230,2	3,62636	,0002364
6,65	772,78	2,88806	,0012940	8,40	4447,1	3,64807	,0002249
6,70	812,41	2,90977	,0012309	8,45	4675,1	3,66979	,0002139
6,75	854,06	2,93149	0,0011709	8,50	4914,8	3,69150	0,0002035
6,80	897,85	2,95320	,0011138	8,55	5166,8	3,71322	,0001935
6,85	943,88	2,97492	,0010595	8,60	5431,7	3,73493	,0001841
6,90	992,27	2,99663	,0010078	8,65	5710,1	3,75665	,0001751
6,95	1043,1	3,01835	,0009586	8,70	6002,9	3,77836	,0001666
7,00	1096,6	3,04006	0,0009119	8,75	6310,7	3.80008	0,0001585
7,05	1152,9	3,06178	,0008674	8,80	6634,2	3,82179	,0001507
7,10	1212,0	3,08349	,0008251	8,85	6974,4	3,84351	,0001434
7,15	1274,1	3,10521	,0007849	8,90	7332,0	3,86522	,0001364
7,20	1339,4	3,12692	,0007466	8,95	7707,9	3,88694	,0001297
7,25	1408,1	3,14863	0,0007102	9,00	8103,1	3,90865	0,0001234

x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}	x	e^x	$\lg e^x$	e^{-x}
9,00	8103,1	3,90865	0,0001234	9,50	13360	4,12580	0,0000749
9,05	8518,5	3,93037	,0001174	9,55	14045	4,14751	,0000712
9,10	8955,3	3,95208	,0001117	9,60	14765	4,16923	,0000677
9,15	9414,4	3,97379	,0001062	9,65	15522	4,19094	,0000644
9,20	9897,1	3,99551	,0001010	9,70	16318	4,21266	,0000613
9,25	10405	4,01722	0,0000961	9,75	17154	4,23437	0,0000583
9,30	10938	4,03894	,0000914	9,80	18034	4,25609	,0000555
9,35	11499	4,06065	,0000870	9,85	18958	4,27780	,0000527
9,40	12088	4,08237	,0000827	9,90	19930	4,29952	,0000502
9,45	12708	4,10408	,0000787	9,95	20952	4,32123	0,0000477
9,50	13360	4,12580	0,4000749	10,00	22026	4,34294	0,0000454

2.18. VALORILE FUNCȚIEI LAPLACE ȘI A DERIVATELOR DE ORDINUL 1—4

Tabelul conține valorile funcției Laplace-Gauss, sau legea normală:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-x^2/2\right)$$

în care x este măsurat în unități σ (abaterea medie pătratică); de asemenea conține și valorile suprafeței $\int_0^t \Phi(x)\,\mathrm{d}x$, și a derivatelor de ordinul doi, trei și patru:

$$\Phi^{\mathrm{II}}(x) = (x^2 - 1)\,\Phi(x); \quad \Phi^{\mathrm{III}}(x) = (3x - x^3)\,\Phi(x) \quad \text{și} \quad \Phi^{\mathrm{IV}}(x) = (x^4 - 6\,x^2 - 3)\Phi(x)$$

pentru valoarea $x = t$.

Se remarcă relația dintre funcția erorii erf (y) și $\Phi(x)$:

$$\int_0^t \Phi(x)\,\mathrm{d}x = \frac{1}{2}\,\mathrm{erf}\left(\frac{t}{\sqrt{2}}\right)$$

în care erf $\left(\frac{t}{\sqrt{2}}\right)$ este funcția erorilor corespunzătoare legii normale.

Tabelul permite determinarea erf (y).

Astfel pentru $y = 3$; $t = y\sqrt{2} = 3 \cdot 1{,}414 = 4{,}242$;

$$\frac{1}{2}\,\mathrm{erf}\left(\frac{4{,}242}{\sqrt{2}}\right) = 0{,}5 \quad \text{și} \quad \mathrm{erf}\,(3) = 1 \quad (\text{v. } 2.21.2).$$

2.18.

t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$	t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$
0,00	0,0000	0,3989	– 0,3989	0,0000	1,1968	0,35	0,1368	0,3752	– 0,3293	0,3779	0,8556
,01	,0040	,3989	— ,3989	,0120	1,1965	,36	,1406	,3739	— ,3255	,3864	,8373
,02	,0080	,3989	— ,3987	,0239	1,1956	,37	,1443	,3726	— ,3216	,3947	,8186
,03	,0120	,3988	— ,3984	,0359	1,1941	,38	,1480	,3712	— ,3176	,4028	,7996
,04	,0160	,3986	— ,3980	,0478	1,1920	,39	,1517	,3697	— ,3135	,4107	,7803
,05	,0199	,3984	— ,3975	,0597	1,1894	,40	,1554	,3683	— ,3094	,4184	,7607
,06	,0239	,3982	— ,3968	,0716	1,1861	,41	,1591	,3668	— ,3051	,4259	,7408
,07	,0279	,3980	— ,3960	,0834	1,1822	,42	,1628	,3653	— ,3008	,4332	,7206
,08	,0319	,3977	— ,3951	,0952	1,1778	,43	,1664	,3637	— ,2965	,4403	,7001
,09	,0359	,3973	— ,3941	,1070	1,1727	,44	,1700	,3621	— ,2920	,4472	,6793
,10	,0398	,3970	— ,3930	,1187	1,1671	,45	,1736	,3605	— ,2875	,4539	,6583
,11	,0438	,3965	— ,3917	,1303	1,1609	,46	,1772	,3589	— ,2830	,4603	,6371
,12	,0478	,3961	— ,3904	,1419	1,1541	,47	,1808	,3572	— ,2783	,4666	,6156
,13	,0517	,3956	— ,3889	,1534	1,1468	,48	,1844	,3555	— ,2736	,4727	,5940
,14	,0557	,3951	— ,3873	,1648	1,1389	,49	,1879	,3538	— ,2689	,4785	,5721
,15	,0596	,3945	— ,3856	,1762	1,1304	,50	,1915	,3521	— ,2641	,4841	,5501
,16	,0636	,3939	— ,3838	,1874	1,1214	,51	,1950	,3503	— ,2592	,4895	,5279
,17	,0675	,3932	— ,3819	,1986	1,1118	,52	,1985	,3485	— ,2543	,4947	,5056
,18	,0714	,3925	— ,3798	,2097	1,1017	,53	,2019	,3467	— ,2943	,4996	,4831
,19	,0754	,3918	— ,3777	,2206	1,0911	,54	,2054	,3448	— ,2443	,5043	,4605
,20	,0793	,3910	— ,3754	,2315	1,0799	,55	,2088	,3429	— ,2392	,5088	,4378
,21	,0832	,3902	— ,3730	,2422	1,0682	,56	,2123	,3411	— ,2341	,5131	,4150
,22	,0871	,3894	— ,3706	,2529	1,0560	,57	,2157	,3391	— ,2289	,5171	,3921
,23	,0910	,3885	— ,3680	,2634	1,0434	,58	,2190	,3372	— ,2238	,5209	,3691
,24	,0948	,3876	— ,3653	,2737	1,0302	,59	,2224	,3352	— ,2185	,5245	,3461
,25	,0987	,3867	— ,3625	,2840	1,0165	,60	,2258	,3332	— ,2133	,5278	,3231
,26	,1026	,3857	— ,3596	,2941	1,0024	,61	,2291	,3312	— ,2080	,5309	,3000
,27	,1064	,3847	— ,3566	,3040	0,9878	,62	,2324	,3292	— ,2027	,5338	,2770
,28	,1103	,3836	— ,3535	,3138	0,9727	,63	,2357	,3271	— ,1973	,5365	,2539
,29	,1141	,3825	— ,3504	,3235	0,9572	,64	,2389	,3251	— ,1919	,5389	,2309
,30	,1179	,3814	— ,3471	,3330	0,9413	,65	,2422	,3230	— ,1865	,5411	,2078
,31	,1217	,3802	— ,3437	,3423	0,9250	,66	,2454	,3209	— ,1811	,5431	,1849
,32	,1255	,3790	— ,3402	,3515	0,9082	,67	,2486	,3187	— ,1757	,5448	,1620
,33	,1293	,3778	— ,3367	,3605	0,8910	,68	,2518	,3166	— ,1702	,5463	,1391
,34	,1331	,3765	— ,3330	,3693	0,8735	,69	,2549	,3144	— ,1647	,5476	,1164
,35	,1368	,3752	— ,3293	,3779	0,8556	,70	,2580	,3123	— ,1593	,5486	,0937

t	Supra-fața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$	t	Supra-fața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$
0,70	0,2580	0,3123	– 0,1593	0,5486	0,0937	**1,05**	0,3531	0,2299	0,0236	0,4580	– 0,5516
,71	,2612	,3101	— ,1538	,5495	,0712	1,06	,3554	,2275	,0281	,4524	— ,5639
,72	,2642	,3079	— ,1483	,5501	,0487	1,07	,3577	,2251	,0326	,4467	— ,5758
,73	,2673	,3056	— ,1428	,5504	,0265	1,08	,3599	,2227	,0371	,4409	— ,5873
,74	,2704	,3034	— ,1373	,5506	,0043	1,09	,3621	,2203	,0414	,4350	— ,5984
,75	,2734	,3011	— ,1318	,5505	— ,0176	**1,10**	,3643	,2179	,0458	,4290	— ,6091
,76	,2764	,2989	— ,1262	,5502	— ,0394	1,11	,3665	,2155	,0500	,4228	— ,6193
,77	,2794	,2966	— ,1207	,5497	— ,0611	1,12	,3686	,2131	,0542	,4166	— ,6292
,78	,2823	,2943	— ,1153	,5490	— ,0825	1,13	,3708	,2107	,0583	,4102	— ,6386
,79	,2852	,2920	— ,1098	,5481	— ,1037	1,14	,3729	,2083	,0624	,4038	— ,6476
,80	,2881	,2897	— ,1043	,5469	— ,1247	**1,15**	,3749	,2059	,0664	,3973	— ,6561
,81	,2910	,2874	— ,0988	,5456	— ,1455	1,16	,3770	,2036	,0704	,3907	— ,6643
,82	,2939	,2850	— ,0934	,5440	— ,1660	1,17	,3790	,2012	,0742	,3840	— ,6720
,83	,2967	,2827	— ,0880	,5423	— ,1862	1,18	,3810	,1989	,0780	,3772	— ,6792
,84	,2996	,2803	— ,0825	,5403	— ,2063	1,19	,3830	,1965	,0818	,3704	— ,6861
,85	,3023	,2780	— ,0771	,5381	— ,2260	**1,20**	,3849	,1942	,0854	,3635	— ,6926
,86	,3051	,2756	— ,0718	,5358	— ,2455	1,21	,3869	,1919	,0890	,3566	— ,6986
,87	,3079	,2732	— ,0664	,5332	— ,2646	1,22	,3888	,1895	,0926	,3496	— ,7042
,88	,3106	,2709	— ,0611	,5305	— ,2835	1,23	,3907	,1872	,0960	,3425	— ,7094
,89	,3133	,2685	— ,0558	,5276	— ,3021	1,24	,3925	,1849	,0994	,3354	— ,7141
,90	,3159	,2661	— ,0506	,5245	— ,3203	**1,25**	,3944	,1827	,1027	,3282	— ,7185
,91	,3186	,2637	— ,0453	,5212	— ,3383	1,26	,3962	,1804	,1060	,3210	— ,7224
,92	,3212	,2613	— ,0401	,5177	— ,3559	1,27	,3980	,1781	,1092	,3138	— ,7259
,93	,3238	,2589	— ,0350	,5140	— ,3731	1,28	,3997	,1759	,1123	,3065	— ,7291
,94	3264	,2565	— ,0299	,5102	— ,3901	1,29	,4015	,1736	,1153	,2992	— ,7318
,95	,3289	,2541	— ,0248	,5062	— ,4066	**1,30**	,4032	,1714	,1182	,2918	— ,7341
,96	,3315	,2516	— ,0197	,5021	— ,4228	1,31	,4049	,1692	,1211	,2845	— ,7361
,97	,3340	,2492	— ,0147	,4978	— ,4387	1,32	,4066	,1669	,1239	,2771	— ,7376
,98	,3365	,2468	— ,0098	,4933	— ,4541	1,33	,4082	,1647	,1267	,2697	— ,7388
,99	,3389	,2444	— ,0049	,4887	— ,4692	1,34	,4099	,1626	,1293	,2624	— ,7395
1,00	,3413	,2420	,0000	,4839	— ,4839	**1,35**	,4115	,1604	,1319	,2550	— ,7399
1,01	,3438	,2396	,0048	,4790	— ,4983	1,36	,4131	,1582	,1344	,2476	— ,7400
1,02	,3461	,2371	,0096	,4740	— ,5122	1,37	,4147	,1561	,1369	,2402	— ,7396
1,03	,3485	,2347	,0143	,4688	— ,5257	1,38	,4162	,1540	,1392	,2328	— ,7389
1,04	,3508	,2323	,0190	,4635	— ,5389	1,39	,4177	,1518	,1415	,2254	— ,7378
1,05	,3531	,2299	,0236	,4580	— ,5516	**1,40**	,4192	,1497	,1437	,2180	— ,7364

2.18. (continuare)

t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întii) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$	*t*	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întii) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$
1,40	0,4192	0,1497	0,1437	0,2180	−0,7364	**1,75**	0,4599	0,0863	0,1780	−0,0094	−0,5173
1,41	,4207	,1476	,1459	,2107	— ,7347	1,76	,4608	,0848	,1778	— ,0146	— ,5079
1,42	,4222	,1456	,1480	,2033	— ,7326	1,77	,4616	,0833	,1777	— ,0196	— ,4983
1,43	,4236	,1435	,1500	,1960	— ,7301	1,78	,4625	,0818	,1774	— ,0245	— ,4887
1,44	,4251	,1415	,1519	,1887	— ,7274	1,79	,4633	,0804	,1772	— ,0294	— ,4789
1,45	,4265	,1394	,1537	,1815	— ,7243	**1,80**	,4641	,0790	,1769	— ,0341	— ,4692
1,46	,4279	,1374	,1555	,1742	— ,7209	1,81	,4649	,0775	,1765	— ,0388	— ,4593
1,47	,4292	,1354	,1572	,1670	— ,7172	1,82	,4656	,0761	,1761	— ,0433	— ,4494
1,48	,4306	,1334	,1588	,1599	— ,7132	1,83	,4664	,0748	,1756	— ,0477	— ,4395
1,49	,4319	,1315	,1604	,1528	— ,7089	1,84	,4671	,0734	,1751	— ,0521	— ,4295
1,50	,4332	,1295	,1619	,1457	— ,7043	**1,85**	,4678	,0721	,1746	— ,0563	— ,4195
1,51	,4345	,1276	,1633	,1387	— ,6994	1,86	,4686	,0707	,1740	— ,0605	— ,4095
1,52	,4357	,1257	,1647	,1317	— ,6942	1,87	,4693	,0694	,1734	— ,0645	— ,3995
1,53	,4370	,1238	,1660	,1248	— ,6888	1,88	,4700	,0681	,1727	— ,0685	— ,3894
1,54	,4382	,1219	,1672	,1180	— ,6831	1,89	,4706	,0669	,1720	— ,0723	— ,3793
1,55	,4394	,1200	,1683	,1111	— ,6772	**1,90**	,4713	,0656	,1713	— ,0761	— ,3693
1,56	,4406	,1182	,1694	,1044	— ,6710	1,91	,4719	,0644	,1705	— ,0797	— ,3592
1,57	,4418	,1163	,1704	,0977	— ,6646	1,92	,4726	,0632	,1697	— ,0832	— ,3492
1,58	,4430	,1145	,1714	,0911	— ,6580	1,93	,4732	,0620	,1688	— ,0867	— ,3392
1,59	,4441	,1127	,1722	,0846	— ,6511	1,94	,4738	,0608	,1679	— ,0900	— ,3292
1,60	,4452	,1109	,1730	,0781	— ,6441	**1,95**	,4744	,0596	,1670	— ,0933	— ,3192
1,61	,4463	,1092	,1738	,0717	— ,6368	1,96	,4750	,0584	,1661	— ,0964	— ,3093
1,62	,4474	,1074	,1745	,0654	— ,6293	1,97	,4756	,0573	,1651	— ,0994	— ,2994
1,63	,4485	,1057	,1751	,0591	— ,6216	1,98	,4762	,0562	,1641	— ,1024	— ,2895
1,64	,4495	,1040	,1757	,0529	— ,6138	1,99	,4767	,0551	,1630	— ,1052	— ,2797
1,65	,4505	,1023	,1762	,0468	— ,6057	**2,00**	,4773	,0540	,1620	— ,1080	— ,2700
1,66	,4515	,1006	,1766	,0408	— ,5975	2,01	,4778	,0529	,1609	— ,1106	— ,2603
1,67	,4525	,0989	,1770	,0349	— ,5891	2,02	,4783	,0519	,1598	— ,1132	— ,2506
1,68	,4535	,0973	,1773	,0290	— ,5806	2,03	,4788	,0508	,1586	— ,1157	— ,2411
1,69	,4545	,0957	,1776	,0233	— ,5720	2,04	,4793	,0498	,1575	— ,1180	— ,2316
1,70	,4554	,0941	,1778	,0176	— ,5632	**2,05**	,4798	,0488	,1563	— ,1203	— ,2222
1,71	,4564	,0925	,1779	,0120	— ,5542	2,06	,4803	,0478	,1550	— ,1225	— ,2129
1,72	,4573	,0909	,1780	,0065	— ,5452	2,07	,4808	,0468	,1538	— ,1245	— ,2036
1,73	,4582	,0893	,1780	,0011	— ,5360	2,08	,4812	,0459	,1526	— ,1265	— ,1945
1,74	,4591	,0878	,1780	— ,0042	— ,5267	2,09	,4817	,0449	,1513	— ,1284	— ,1854
1,75	,4599	,0863	,1780	— ,0094	— ,5173	**2,10**	,4821	,0440	,1500	— ,1302	— ,1765

t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$	t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$
2,10	0,4821	0,0440	0,1500	– 0,1302	– 0,1765	**2,45**	0,4929	0,0198	0,0992	– 0,1459	0,0598
2,11	,4826	,0431	,1487	— ,1320	— ,1676	2,46	,4931	,0194	,0978	— ,1453	,0641
2,12	,4830	,0422	,1474	— ,1336	— ,1588	2,47	,4932	,0189	,0963	— ,1446	,0683
2,13	,4834	,0413	,1460	— ,1351	— ,1502	2,48	,4934	,0184	,0949	— ,1439	,0723
2,14	,4838	,0404	,1446	— ,1366	— ,1416	2,49	,4936	,0180	,0935	— ,1432	,0762
2,15	,4842	,0396	,1433	— ,1380	— ,1332	**2,50**	,4938	,0175	,0920	— ,1424	,0800
2,16	,4846	,0387	,1419	— ,1393	— ,1249	2,51	,4940	,0171	,0906	— ,1416	,0836
2,17	,4850	,0379	,1405	— ,1405	— ,1167	2,52	,4941	,0167	,0892	— ,1408	,0871
2,18	,4854	,0371	,1391	— ,1416	— ,1086	2,53	,4943	,0163	,0878	— ,1399	,0905
2,19	,4857	,0363	,1377	— ,1426	— ,1006	2,54	,4945	,0159	,0864	— ,1389	,0937
2,20	,4861	,0355	,1362	— ,1436	— ,0927	**2,55**	,4946	,0155	,0850	— ,1380	,0968
2,21	,4865	,0347	,1348	— ,1445	— ,0850	2,56	,4948	,0151	,0836	— ,1370	,0998
2,22	,4868	,0339	,1333	— ,1453	— ,0774	2,57	,4949	,0147	,0823	— ,1360	,1027
2,23	,4871	,0332	,1319	— ,1460	— ,0700	2,58	,4951	,0143	,0809	— ,1350	,1054
2,24	,4875	,0325	,1304	— ,1467	— ,0626	2,59	,4952	,0139	,0796	— ,1339	,1080
2,25	,4878	,0317	,1289	— ,1473	— ,0554	**2,60**	,4953	,0136	,0782	— ,1328	,1105
2,26	,4881	,0310	,1275	— ,1478	— ,0484	2,61	,4955	,0132	,0769	— ,1317	,1129
2,27	,4884	,0303	,1260	— ,1483	— ,0414	2,62	,4956	,0129	,0756	— ,1305	,1152
2,28	,4887	,0297	,1245	— ,1486	— ,0346	2,63	,4957	,0126	,0743	— ,1294	,1173
2,29	,4890	,0290	,1230	— ,1490	— ,0279	2,64	,4959	,0122	,0730	— ,1282	,1194
2,30	,4893	,0283	,1215	— ,1492	— ,0214	**2,65**	,4960	,0119	,0717	— ,1270	,1213
2,31	,4896	,0277	,1200	— ,1494	— ,0150	2,66	,4961	,0116	,0705	— ,1258	,1231
2,32	,4898	,0271	,1185	— ,1495	— ,0088	2,67	,4962	,0113	,0692	— ,1245	,1248
2,33	,4901	,0264	,1170	— ,1496	— ,0027	2,68	,4963	,0110	,0680	— ,1233	,1264
2,34	,4904	,0258	,1155	— ,1496	,0033	2,69	,4964	,0107	,0668	— ,1220	,1279
2,35	,4906	,0252	,1141	— ,1495	,0092	**2,70**	,4965	,0104	,0656	— ,1207	,1293
2,36	,4909	,0246	,1126	— ,1494	,0149	2,71	,4966	,0101	,0644	— ,1194	,1306
2,37	,4911	,0241	,1111	— ,1492	,0204	2,72	,4967	,0099	,0632	— ,1181	,1317
2,38	,4913	,0235	,1096	— ,1490	,0258	2,73	,4968	,0096	,0620	— ,1168	,1328
2,39	,4916	,0229	,1081	— ,1487	,0311	2,74	,4969	,0094	,0608	— ,1154	,1338
2,40	,4918	,0224	,1066	— ,1483	,0362	**2,75**	,4970	,0091	,0597	— ,1141	,1347
2,41	,4920	,0219	,1051	— ,1480	,0412	2,76	,4971	,0089	,0585	— ,1127	,1356
2,42	,4922	,0213	,1036	— ,1475	,0461	2,77	,4972	,0086	,0574	— ,1114	,1363
2,43	,4925	,0208	,1022	— ,1470	,0508	2,78	,4973	,0084	,0563	— ,1100	,1369
2,44	,4927	,0203	,1007	— ,1465	,0554	2,79	,4974	,0081	,0552	— ,1087	,1375
2,45	,4929	,0198	,0992	— ,1459	,0598	**2,80**	,4974	,0079	,0541	— ,1073	,1379

t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$	t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$
2,80	0,4974	0,0079	0,0541	-0,1073	0,1379	3,15	0,4992	0,0028	0,0249	-0,0609	0,1171
2,81	,4975	,0077	,0531	— ,1059	,1383	3,16	,4992	,0027	,0243	— ,0598	,1159
2,82	,4976	,0075	,0520	— ,1045	,1386	3,17	,4992	,0026	,0237	— ,0586	,1146
2,83	,4977	,0073	,0510	— ,1031	,1389	3,18	,4993	,0025	,0232	— ,0575	,1133
2,84	,4977	,0071	,0500	— ,1017	,1390	3,19	,4993	,0025	,0226	— ,0564	,1120
2,85	,4978	,0069	,0490	— ,1003	,1391	3,20	,4993	,0024	,0220	— ,0552	,1107
2,86	,4979	,0067	,0480	— ,0990	,1391	3,21	,4993	,0023	,0215	— ,0541	,1093
2,87	,4980	,0065	,0470	— ,0976	,1391	3,22	,4994	,0022	,0210	— ,0531	,1080
2,88	,4980	,0063	,0460	— ,0962	,1389	3,23	,4994	,0022	,0204	— ,0520	,1066
2,89	,4981	,0061	,0451	— ,0948	,1388	3,24	,4994	,0021	,0199	— ,0509	,1053
2,90	,4981	,0060	,0441	— ,0934	,1385	3,25	,4994	,0020	,0194	— ,0499	,1039
2,91	,4982	,0058	,0432	— ,0920	,1382	3,26	,4994	,0020	,0189	— ,0488	,1025
2,92	,4983	,0056	,0423	— ,0906	,1378	3,27	,4995	,0019	,0184	— ,0478	,1011
2,93	,4983	,0055	,0414	— ,0893	,1374	3,28	,4995	,0018	,0180	— ,0468	,0997
2,94	,4984	,0053	,0405	— ,0879	,1369	3,29	,4995	,0018	,0175	— ,0458	,0983
2,95	,4984	,0051	,0396	— ,0865	,1364	3,30	,4995	,0017	,0170	— ,0449	,0969
2,96	,4985	,0050	,0388	— ,0852	,1358	3,31	,4995	,0017	,0166	— ,0439	,0955
2,97	,4985	,0049	,0379	— ,0838	,1352	3,32	,4996	,0016	,0162	— ,0429	,0941
2,98	,4986	,0047	,0371	— ,0825	,1345	3,33	,4996	,0016	,0157	— ,0420	,0927
2,99	,4986	,0046	,0363	— ,0811	,1337	3,34	,4996	,0015	,0153	— ,0411	,0913
3,00	,4987	,0044	,0355	— ,0798	,1330	3,35	,4996	,0015	,0149	— ,0402	,0899
3,01	,4987	,0043	,0347	— ,0785	,1321	3,36	,4996	,0014	,0145	— ,0393	,0885
3,02	,4987	,0042	,0339	— ,0771	,1313	3,37	,4996	,0014	,0141	— ,0384	,0871
3,03	,4988	,0041	,0331	— ,0758	,1304	3,38	,4996	,0013	,0138	— ,0376	,0857
3,04	,4988	,0039	,0324	— ,0745	,1294	3,39	,4997	,0013	,0134	— ,0367	,0843
3,05	,4989	,0038	,0316	— ,0732	,1285	3,40	,4997	,0012	,0130	— ,0359	,0829
3,06	,4989	,0037	,0309	— ,0720	,1275	3,41	,4997	,0012	,0127	— ,0350	,0815
3,07	,4989	,0036	,0302	— ,0707	,1264	3,42	,4997	,0012	,0123	— ,0342	,0801
3,08	,4990	,0035	,0295	— ,0694	,1254	3,43	,4997	,0011	,0120	— ,0334	,0788
3,09	,4990	,0034	,0288	— ,0682	,1243	3,44	,4997	,0011	,0116	— ,0327	,0774
3,10	,4990	,0033	,0281	— ,0669	,1231	3,45	,4997	,0010	,0113	— ,0319	,0761
3,11	,4991	,0032	,0275	— ,0657	,1220	3,46	,4997	,0010	,0110	— ,0311	,0747
3,12	,4991	,0031	,0268	— ,0645	,1208	3,47	,4997	,0010	,0107	— ,0304	,0734
3,13	,4991	,0030	,0262	— ,0633	,1196	3,48	,4998	,0009	,0104	— ,0297	,0721
3,14	,4992	,0029	,0256	— ,0621	,1184	3,49	,4998	,0009	,0101	— ,0290	,0707
3,15	,4992	,0028	,0249	— ,0609	,1171	3,50	,4998	,0009	,0098	— ,0283	,0694

t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$	*t*	Suprafafa $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$
3,50	0,4998	0,0009	0,0098	– 0,0283	0,0694	**3,85**	0,4999	0,0002	0,0033	– 0,0110	0,0323
3,51	,4998	,0008	,0095	— ,0276	,0681	3,86	,4999	,0002	,0032	— ,0107	,0315
3,52	,4998	,0008	,0093	— ,0269	,0669	3,87	,5000	,0002	,0031	— ,0104	,0307
3,53	,4998	,0008	,0090	— ,0262	,0656	3,88	,5000	,0002	,0030	— ,0100	,0299
3,54	,4998	,0008	,0087	— ,0256	,0643	3,89	,5000	,0002	,0029	— ,0098	,0292
3,55	,4998	,0007	,0085	— ,0249	,0631	**3,90**	,5000	,0002	,0028	— ,0095	,0284
3,56	,4998	,0007	,0082	— ,0243	,0618	3,91	,5000	,0002	,0027	— ,0092	,0277
3,57	,4998	,0007	,0080	— ,0237	.0606	3,92	,5000	,0002	,0026	— ,0089	,0270
3,58	,4998	,0007	,0078	— ,0231	,0594	3,93	,5000	,0002	,0026	— ,0086	,0263
3,59	,4998	,0006	,0075	— ,0225	,0582	3,94	,5000	,0002	,0025	— ,0084	,0256
3,60	,4998	,0006	,0073	— ,0219	,0570	**3,95**	,5000	,0002	,0024	— ,0081	,0250
3,61	,4999	,0006	,0071	— ,0214	,0559	3,96	,5000	,0002	,0023	— ,0079	,0243
3,62	,4999	,0006	,0069	— ,0208	,0547	3,97	,5000	,0002	,0022	— ,0076	,0237
3,63	,4999	,0006	,0067	— ,0203	,0536	3,98	,5000	,0001	,0022	— ,0074	,0230
3,64	,4999	,0005	,0065	— ,0198	0524	3,99	,5000	,0001	,0021	— ,0072	,0224
3,65	,4999	,0005	,0063	— ,0192	,0513	**4,00**	,5000	,0001	,0020	— ,0070	,0218
3,66	,4999	,0005	,0061	— ,0187	,0502	4,01	,5000	,0001	,0019	— ,0067	,0212
3,67	,4999	,0005	,0059	— ,0182	,0492	4,02	,5000	,0001	,0019	— ,0065	,0207
3,68	,4999	,0005	,0057	— ,0177	,0481	4,03	,5000	,0001	,0018	— ,0063	,0201
3,69	,4999	,0004	,0056	— ,0173	,0470	4,04	,5000	,0001	,0018	— ,0061	,0195
3,70	,4999	,0004	,0054	— ,0168	,0460	**4,05**	,5000	,0001	,0017	— ,0059	,0190
3,71	,4999	,0004	,0052	— ,0164	,0450	4,06	,5000	,0001	,0016	— ,0058	,0185
3,72	,4999	,0004	,0051	— ,0159	,0440	4,07	,5000	,0001	,0016	— ,0056	,0180
3,73	,4999	,0004	,0049	— ,0155	,0430	4,08	,5000	,0001	,0015	— ,0054	,0175
3,74	,4999	,0004	,0048	— ,0150	,0420	4,09	,5000	,0001	,0015	— ,0052	,0170
3,75	,4999	,0004	,0046	— ,0146	,0410	**4,10**	,5000	,0001	,0014	— ,0051	,0165
3,76	,4999	,0003	,0045	— ,0142	,0401	4,11	,5000	,0001	,0014	— ,0049	,0160
3,77	,4999	,0003	,0043	— ,0138	,0392	4,12	,5000	,0001	,0013	— ,0047	,0156
3,78	,4999	,0003	,0042	— ,0134	,0382	4,13	,5000	,0001	,0013	— ,0046	,0151
3,79	,4999	,0003	,0041	— ,0131	,0373	4,14	,5000	,0001	,0012	— ,0044	,0147
3,80	,4999	,0003	,0039	— ,0127	,0365	**4,15**	,5000	,0001	,0012	— ,0043	,0143
3,81	,4999	,0003	,0038	— ,0123	,0356	4,16	,5000	,0001	,0011	— ,0042	,0138
3,82	,4999	,0003	,0037	— ,0120	,0347	4,17	,5000	,0001	,0011	— ,0040	,0134
3,83	,4999	,0003	,0036	— ,0116	,0339	4,18	,5000	,0001	,0011	— ,0039	,0130
3,84	,4999	,0003	,0034	— ,0113	,0331	4,19	,5000	,0001	,0010	— ,0038	,0127
3,85	,4999	,0002	,0033	— ,0110	,0323	**4,20**	,5000	,0001	,0010	— ,0036	,0123

2.18. (continuare)

t	Supra-fața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$	t	Supra-fața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$
4,20	0,5000	0,0001	0,0010	- 0,0036	0,0123	4,55	0,5000	0,0000	0,0003	- 0,0010	0,0039
4,21	,5000	,0001	,0009	— ,0035	,0119	4,56	,5000	,0000	,0002	— ,0010	,0038
4,22	,5000	,0001	,0009	— ,0034	,0116	4,57	,5000	,0000	,0002	— ,0010	,0037
4,23	,5000	,0001	,0009	— ,0033	,0112	4,58	,5000	,0000	,0002	— ,0009	,0035
4,24	,5000	,0001	,0009	— ,0032	,0109	4,59	,5000	,0000	,0002	— ,0009	,0034
4,25	,5000	,0001	,0008	— ,0031	,0105	4,60	,5000	,0000	,0002	— ,0009	,0033
4,26	,5000	,0001	,0008	— ,0030	,0102	4,61	,5000	,0000	,0002	— ,0008	,0032
4,27	,5000	,0000	,0008	— ,0029	,0099	4,62	,5000	,0000	,0002	— ,0008	,0031
4,28	,5000	,0000	,0007	— ,0028	,0096	4,63	,5000	,0000	,0002	— ,0008	,0030
4,29	,5000	,0000	,0007	— ,0027	,0093	4,64	,5000	,0000	,0002	— ,0007	,0028
4,30	,5000	,0000	,0007	— ,0026	,0090	4,65	,5000	,0000	,0002	— ,0007	,0027
4,31	,5000	,0000	,0007	— ,0025	,0087	4,66	,5000	,0000	,0002	— ,0007	,0026
4,32	,5000	,0000	,0006	— ,0024	,0085	4,67	,5000	,0000	,0002	— ,0006	,0026
4,33	,5000	,0000	,0006	— ,0023	,0082	4,68	,5000	,0000	,0002	— ,0006	,0025
4,34	,5000	,0000	,0006	— ,0022	,0079	4,69	,5000	,0000	,0001	— ,0006	,0024
4,35	,5000	,0000	,0006	— ,0022	,0077	4,70	,5000	,0000	,0001	— ,0006	,0023
4,36	,5000	,0000	,0005	— ,0021	,0074	4,71	,5000	,0000	,0001	— ,0006	,0022
4,37	,5000	,0000	,0005	— ,0020	,0072	4,72	,5000	,0000	,0001	— ,0005	,0021
4,38	,5000	,0000	,0005	— ,0019	,0070	4,73	,5000	,0000	,0001	— ,0005	,0020
4,39	,5000	,0000	,0005	— ,0019	,0067	4,74	,5000	,0000	,0001	— ,0005	,0020
4,40	,5000	,0000	,0005	— ,0018	,0065	4,75	,5000	,0000	,0001	— ,0005	,0019
4,41	,5000	,0000	,0004	— ,0017	,0063	4,76	,5000	,0000	,0001	— ,0005	,0018
4,42	,5000	,0000	,0004	— ,0017	,0061	4,77	,5000	,0000	,0001	— ,0004	,0018
4,43	,5000	,0000	,0004	— ,0016	,0059	4,78	,5000	,0000	,0001	— ,0004	,0017
4,44	,5000	,0000	,0004	— ,0016	,0057	4,79	,5000	,0000	,0001	— ,0004	,0016
4,45	,5000	,0000	,0004	— ,0015	,0055	4,80	,5000	,0000	,0001	— ,0004	,0016
4,46	,5000	,0000	,0004	— ,0014	,0053	4,81	,5000	,0000	,0001	— ,0004	,0015
4,47	,5000	,0000	,0004	— ,0014	,0052	4,82	,5000	,0000	,0001	— ,0004	,0015
4,48	,5000	,0000	,0003	— ,0013	,0050	4,83	,5000	,0000	,0001	— ,0003	,0014
4,49	,5000	,0000	,0003	— ,0013	,0048	4,84	,5000	,0000	,0001	— ,0003	,0013
4,50	,5000	,0000	,0003	— ,0012	,0047	4,85	,5000	,0000	,0001	— ,0003	,0013
4,51	,5000	,0000	,0003	— ,0012	,0045	4,86	,5000	,0000	,0001	— ,0003	,0012
4,52	,5000	,0000	,0003	— ,0012	,0044	4,87	,5000	,0000	,0001	— ,0003	,0012
4,53	,5000	,0000	,0003	— ,0011	,0042	4,88	,5000	,0000	,0001	— ,0003	,0012
4,54	,5000	,0000	,0003	— ,0011	,0041	4,89	,5000	,0000	,0001	— ,0003	,0011
4,55	,5000	,0000	,0003	— ,0010	,0039	4,90	,5000	,0000	,0001	— ,0003	,0011

2.18. (continuare)

t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$	t	Suprafața $\Phi(x)$	Ordonata (derivata de ordinul întîi) $\Phi^{I}(x)$	Derivata de ordinul doi $\Phi^{II}(x)$	Derivata de ordinul trei $\Phi^{III}(x)$	Derivata de ordinul patru $\Phi^{IV}(x)$
4,90	0,5000	0,0000	0,0001	−0,0003	0,0011	4,95	0,5000	0,0000	0,0000	−0,0002	0,0009
4,91	,5000	,0000	,0001	—,0002	,0010	4,96	,5000	,0000	,0000	—,0002	,0008
3,92	,5000	,0000	,0001	—,0002	,0010	4,97	,5000	,0000	,0000	—,0002	,0008
4,93	,5000	,0000	,0001	—,0002	,0009	4,98	,5000	,0000	,0000	—,0002	,0008
4,94	,5000	,0000	,0001	—,0002	,0009	4,99	,5000	,0000	,0000	—,0002	,0007
4,95	,5000	,0000	,0000	—,0002	,0009						

2.19. VALORILE FUNCȚIEI GAMA $\Gamma(x)$, (FUNCȚIA FACTORIALĂ)

Tabelul conține valorile funcției gama (integrală Euler de speța doua) definită prin:

$$\Gamma(x) = (x-1)\,! = \int_0^\infty e^{-t}t^{x-1}\,\mathrm{d}t$$

cu $x > 0$, întreg sau fracționar.

Pentru x întreg: $\Gamma(x) = (x-1)\,!$; $\Gamma(x+1) = x\Gamma(x)$

Pentru $x = (2n+1)\dfrac{1}{2}$: $\quad \Gamma\left(\dfrac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}\,; \quad \Gamma\left(\dfrac{3}{2}\right) = \dfrac{1}{2}\sqrt{\pi}$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\Gamma\left(\frac{2n+3}{2}\right) = \frac{1\cdot3\cdot5\ldots(2n+1)}{2^{(n+1)}}\sqrt{\pi}$$

Integrala Euler de speța întîi (funcția beta) este definită prin ecuația (v. 2.15):

$$B(p,\,q) = \int_0^1 x^{p-1}(1-x)^{q-1}\,\mathrm{d}x = \frac{\Gamma_{(p)}\,\Gamma_{(q)}}{\Gamma_{(p+q)}}$$

2.19.

x	0	2	4	6	8	x	0	2	4	6	8
1,00	1,00000	99885	99771	99657	99545	1,10	0,95135	95055	94975	94896	94817
1	0,99433	99321	99211	99101	98993	1	0,94740	94662	94586	94509	94434
2	0,98884	98777	98670	98565	98459	2	0,94359	94285	94211	94138	94065
3	0,98355	98251	98148	98046	97945	3	0,93993	93922	93851	93781	93711
4	0,97844	97744	97644	97546	97448	4	0,93642	93573	93505	93437	93370
5	0,97350	97254	97158	97063	96968	5	0,93304	93238	93173	93108	93044
6	0,96874	96781	96689	96597	96506	6	0,92980	92917	92855	92793	92731
7	0,96415	96325	96236	96148	96060	7	0,92670	92609	92550	92490	92431
8	0,95973	95886	95800	95715	95630	8	0,92373	92315	92258	92201	92144
9	0,95546	95463	95380	95298	95216	9	0,92089	92033	91978	91924	91870

x	0	2	4	6	8	x	0	2	4	6	8
1,20	0,91817	91764	91712	91660	91609	1,60	0,89352	89374	89397	89421	89444
1	0,91558	91507	91457	91408	91359	1	0,89468	89492	89517	89542	89567
2	0,91311	91263	91215	91168	91122	2	0,89592	89618	89644	89671	89697
3	0,91075	91030	90985	90940	90896	3	0,89724	89752	89779	89807	89836
4	0,90852	90809	90766	90724	90682	4	0,89864	89893	89922	89952	89982
5	0,90640	90599	90559	90519	90479	5	0,90012	90042	90073	90104	90135
6	0,90440	90401	90363	90325	90287	6	0,90167	90199	90231	90264	90296
7	0,90250	90214	90178	90142	90107	7	0,90330	90363	90397	90431	90465
8	0,90072	90037	90003	89970	89937	8	0,90500	90535	90570	90606	90642
9	0,89904	89872	89840	89809	89778	9	0,90678	90715	90752	90789	90826
1,30	0,89747	89717	89687	89658	89629	1,70	0,90864	90902	90940	90979	91018
1	0,89600	89572	89545	89517	89491	1	0,91057	91097	91137	91177	91217
2	0,89464	89438	89412	89387	89362	2	0,91258	91299	91341	91382	91424
3	0,89338	89314	89290	89267	89244	3	0,91467	91509	91552	91595	91639
4	0,89222	89199	89178	89157	89136	4	0,91683	91727	91771	91816	91861
5	0,89115	89095	89075	89056	89037	5	0,91906	91952	91998	92044	92091
6	0,89018	89000	88982	88965	88948	6	0,92137	92185	92232	92280	92328
7	0,88931	88915	88899	88884	88868	7	0,92376	92425	92474	92523	92573
8	0,88854	88839	88825	88812	88798	8	0,92623	92673	92723	92774	92825
9	0,88785	88773	88761	88749	88737	9	0,92877	92928	92980	93033	93085
1,40	0,88726	88716	88705	88695	88886	1,80	0,93138	93192	93245	93299	93353
1	0,88676	88668	88659	88651	88853	1	0,93408	93462	93517	93573	93629
2	0,88636	88628	88622	88615	88809	2	0,93685	93741	93797	93854	93912
3	0,88604	88598	88593	88589	88584	3	0,93969	94027	94085	94143	94202
4	0,88581	88577	88574	88571	88468	4	0,94261	94321	94380	94440	94501
5	0,88566	88564	88563	88562	88561	5	0,94561	94622	94683	94745	94807
6	0,88560	88560	88561	88561	88562	6	0,94869	94931	94994	95057	95120
7	0,88563	88565	88567	88569	88572	7	0,95184	95248	95312	95377	95442
8	0,88575	88578	88582	88586	88590	8	0,95507	95573	95638	95705	95771
9	0,88595	88599	88605	88610	88616	9	0,95838	95905	95972	96040	96108
1,50	0,88623	88629	88636	88644	88651	1,90	0,96177	96245	96314	96384	96453
1	0,88659	88667	88676	88685	88694	1	0,96523	96593	96664	96735	96806
2	0,88704	88714	88724	88735	88746	2	0,96877	96949	97021	97094	97167
3	0,88757	88768	88780	88792	88805	3	0,97240	97313	97387	97461	97535
4	0,88818	88831	88844	88858	88872	4	0,97610	97685	97760	97836	97912
5	0,88887	88902	88917	88932	88948	5	0,97988	98065	98142	98219	98296
6	0,88964	88981	88997	89014	89031	6	0,98374	98452	98531	98610	98689
7	0,89049	89067	89085	89104	89123	7	0,98768	98848	98928	99009	99090
8	0,89142	89161	89181	89202	89222	8	0,99171	99252	99334	99416	99499
9	0,89243	89264	89285	89307	89329	9	0,99581	99664	99748	99832	99916

2.20. FACTORUL LUI BOLTZMANN $\left(e^{-\frac{E}{kT}}\right)$

Valorile factorului Boltzmann $\left(e^{-\frac{E}{kT}}\right)$ (în %), în care E este energia în erg; T — temperatura absolută, în grade Kelvin și k — constanta lui Boltzmann (v. cap. 4) se pot calcula imediat din fig. 2.4. Pentru calcule precise se poate utiliza tabelul 2.17 cu funcțiile exponențiale sau calculul cu logaritmi.

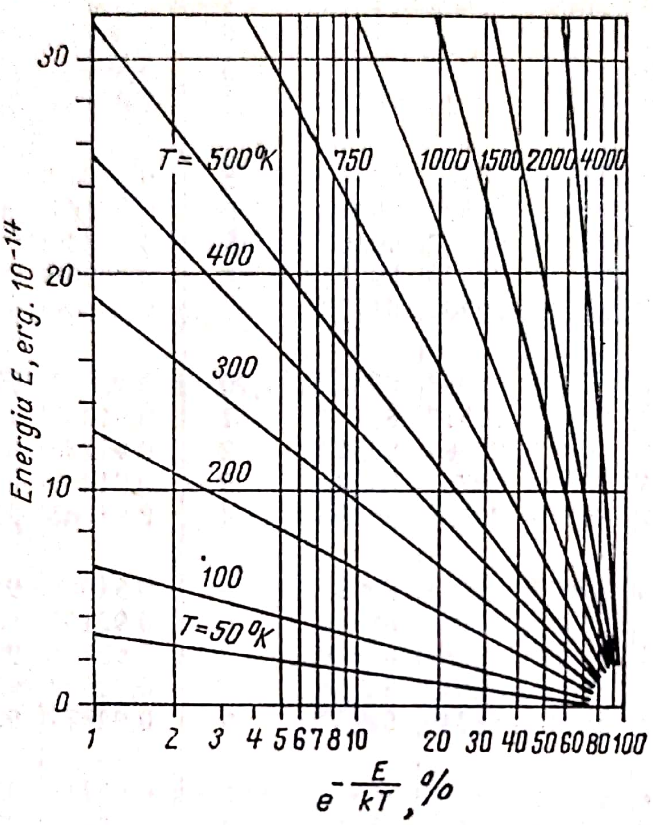


Fig. 2.4

2.21. STATISTICA MATEMATICĂ APLICATĂ

Tabelele următoare permit analiza statistică a datelor experimentale pe baza: distribuției normale a observațiilor individuale (legea de distribuție normală), a distribuției mediilor (Student), a distribuției varianțelor (distribuția χ^2), a distribuției raportului varianțelor (distribuția F).

Datele conținute în tabele și exemplele de calcul prezentate, permit determinarea erorii admisibile și eliminarea măsurătorilor greșite, determinarea intervalului de încredere, a pragului de semnificație, aplicarea testelor de semnificație, determinarea numărului minim de măsurători necesar aplicării testelor de semnificație. Mai sînt date cîteva scheme de calcul a analizei varianței pentru analiza chimică și fizico-chimică și pentru analiza datelor experimentale în cercetarea tehnologică.

2.21.1. Numere întîmplătoare

Tabelul conține numere de două cifre așezate absolut întîmplător, permițînd obiectivizarea proceselor de selecție.

Concluziile deduse din probe (eșantioane) se extind asupra întregii colectivități [= populație = univers = mulțimea formată din unități statistice calitativ omogene, care posedă una sau mai multe caracteristici comune (STAS 2631-58)]. De aceea selectarea pro-

15	77	01	64	69	69	58	40	81	16	60	20	00	84	22	28	26	46	66	36	86	66	17	34	49
85	40	51	40	10	15	33	94	11	65	57	62	94	04	99	05	57	22	71	77	99	68	12	11	14
47	69	35	90	95	16	17	45	86	29	16	70	48	02	00	59	33	93	28	58	34	32	24	34	07
13	26	87	40	20	40	81	46	08	09	74	99	16	92	99	85	19	01	23	11	74	00	79	41	69
10	55	33	20	47	54	16	86	11	16	59	34	71	55	84	03	48	17	60	13	38	71	23	91	83
05	06	67	26	77	14	85	40	52	68	60	41	94	98	18	62	20	94	03	71	60	26	45	17	92
65	50	89	18	74	42	07	50	15	69	86	97	40	25	88	14	17	73	92	07	93	11	93	45	15
59	68	53	31	55	73	47	16	49	79	69	80	76	16	60	58	53	07	04	53	66	94	94	18	13
31	31	05	36	48	75	16	00	21	11	42	44	84	46	84	83	20	49	17	12	21	93	34	61	16
91	59	46	44	45	49	25	36	12	07	25	90	89	55	25	83	47	17	23	93	99	56	14	39	16
63	59	73	21	67	80	00	25	58	25	72	06	12	86	74	54	79	70	85	88	71	58	21	98	48
89	72	47	46	94	78	56	10	65	97	84	79	42	31	49	94	15	31	13	09	45	43	03	82	81
70	51	21	03	18	50	21	99	49	73	06	99	19	24	96	39	43	10	14	12	94	08	55	54	70
14	15	99	60	44	62	72	38	18	36	63	92	61	55	93	77	66	82	10	91	81	51	67	01	46
92	46	90	39	99	64	08	00	97	27	54	96	63	40	54	34	70	27	48	18	68	59	91	83	32
81	23	17	13	01	37	57	92	16	34	15	80	90	25	64	67	77	29	95	84	80	84	84	87	22
87	54	42	46	56	28	89	02	06	98	59	90	74	13	38	98	66	23	20	23	90	55	31	83	48
74	73	84	98	13	11	48	25	33	39	27	36	08	99	57	60	42	88	68	25	22	89	67	83	16
94	55	14	00	97	32	51	92	47	03	92	33	73	20	21	29	77	37	06	98	64	63	34	31	43
69	21	94	26	20	73	90	70	92	76	49	14	60	34	43	90	51	72	11	07	75	94	19	49	40
82	36	36	89	29	87	70	08	71	98	49	00	89	89	99	29	08	02	72	32	68	16	29	82	19
25	06	22	30	87	87	44	48	90	91	38	53	10	60	29	40	07	58	97	84	09	04	33	56	72
82	37	97	60	92	76	39	17	84	34	67	65	52	89	90	62	97	04	33	81	91	27	56	46	35
83	71	07	22	15	17	55	56	82	62	88	83	86	38	14	63	89	39	81	90	25	62	58	68	87
73	13	79	15	12	18	34	22	24	75	56	47	45	22	81	30	82	38	34	52	57	48	30	34	17
91	28	00	57	30	92	12	38	95	21	15	70	78	50	88	01	07	90	72	77	99	53	04	34	73
33	47	55	62	57	08	21	77	31	05	64	74	04	93	42	20	19	09	71	46	37	32	69	69	89
56	66	25	32	38	64	70	26	27	67	77	40	04	34	63	98	99	89	31	16	12	90	50	28	96
88	40	52	02	29	82	69	34	50	21	74	00	91	27	52	98	72	03	45	65	30	89	71	45	91
87	63	88	23	62	51	07	69	59	02	89	49	14	98	53	41	92	36	07	76	85	37	84	37	47
32	25	21	15	08	82	34	57	57	35	22	03	33	48	84	37	37	29	38	37	89	76	25	09	69
44	61	88	23	13	01	59	47	64	04	99	59	96	20	30	87	31	33	69	45	58	48	00	83	48
94	44	08	67	79	41	61	41	15	60	11	88	83	24	82	24	07	78	61	89	42	58	88	22	16
13	24	40	09	00	65	46	38	61	12	90	62	41	11	59	85	18	42	61	29	88	76	04	21	80
78	27	84	05	99	85	75	67	80	05	57	05	71	70	21	31	99	99	06	96	53	99	25	13	63
42	39	30	02	34	99	46	68	45	15	19	74	15	50	17	44	80	13	86	38	40	45	82	13	44
04	52	43	96	38	13	83	80	72	34	20	84	56	19	49	59	14	85	42	99	71	16	34	33	79
82	85	77	30	16	69	32	46	46	30	84	20	68	72	98	94	62	63	59	44	00	89	06	15	87
38	48	84	88	24	55	46	48	60	06	90	08	83	33	98	40	90	88	25	26	85	74	55	80	85
91	19	05	68	22	58	04	63	21	16	23	38	25	43	32	98	94	65	35	35	16	91	07	12	43
54	81	87	21	31	40	46	17	62	63	99	71	14	12	64	51	68	50	60	78	22	69	51	98	37
65	43	75	12	91	20	36	25	57	92	33	65	95	48	75	00	06	65	25	90	16	29	34	14	43
49	98	71	31	80	59	57	32	43	07	85	06	64	75	27	29	17	06	11	30	68	70	97	87	21
03	98	68	89	39	71	87	32	14	99	42	10	25	37	30	08	27	75	43	97	54	20	69	93	50
56	04	21	34	92	89	81	52	15	12	84	11	12	66	87	47	21	06	86	08	35	39	52	28	09
48	09	36	95	36	20	82	53	32	89	92	68	50	88	17	37	92	02	23	43	63	24	69	80	91
23	97	10	96	57	74	07	95	26	44	93	08	43	30	41	86	45	74	33	78	84	33	38	76	73
43	97	55	45	98	35	69	45	96	80	46	26	39	96	33	60	20	73	30	79	17	19	03	47	28
40	05	08	50	79	89	58	19	86	48	27	98	99	24	08	94	19	15	81	29	82	14	35	88	03
66	97	10	69	02	25	36	43	71	76	00	67	56	12	69	07	89	55	63	31	50	72	20	33	36
15	62	38	72	92	03	76	09	30	75	77	80	04	24	54	67	60	10	79	26	21	60	03	48	14
77	81	15	14	67	55	24	22	20	55	36	93	67	69	37	72	22	43	46	32	56	15	75	25	12
18	87	05	09	96	45	14	14	41	46	12	67	46	72	02	59	06	17	49	12	73	28	23	52	48
08	58	53	63	66	13	07	04	48	71	39	07	46	96	40	20	86	79	11	81	74	11	15	23	17
16	07	79	57	61	42	19	68	15	12	60	21	59	12	07	04	99	88	22	39	75	16	69	13	84

belor trebuie să permită atît eliminarea posibilităţilor de apariţie a erorilor sistematice amplificabile prin extindere la colectivitate, cît şi aplicarea legilor statisticii care pretind lipsa oricărei posibilităţi de intervenţie a factorului subiectiv. În acest scop se foloseşte tabelul dat în continuare.

Exemplu. Pentru controlul calităţii unor produse finite se iau din timp în timp probe care se analizează, eliminîndu-se după anumite criterii (v. tabelele 2.21.10 şi 2.21.11) cele care nu îndeplinesc condiţiile. Selectarea probelor trebuie să se facă într-un mod absolut întîmplător.

Rezolvare. Se numerotează ambalajele în ordine cronologică şi se selecţionează pentru analize acelea care au numerele deduse în modul următor: se pune creionul la întîmplare pe un număr şi se parcurge tabelul într-o direcţie prestabilită: stînga, dreapta, sus, jos sau în diagonală notîndu-se numerele întîlnite şi sărindu-se cele care se repetă.

Se recomandă ca acolo unde este posibil să se aplice metoda de mai sus şi să nu se repete, la efectuarea analizelor, cronologia de la selectare pentru ca o tendinţă accidentală de eroare, foarte mică dar crescătoare în timp, să nu se suprapună peste efectul urmărit.

2.21.2. Probabilitatea distribuţiei normale

Mărimile importante utilizate în tabelele următoare se definesc în modul următor (v. şi STAS 2631-58):

μ — media aritmetică a colectivităţii (populaţiei);
σ^2 — varianţa sau dispersia colectivităţii;
$\sigma = +\sqrt{\sigma^2}$ — abaterea medie patratică a colectivităţii, abatere tip sau deviere standard;
x — valoarea unei măsurători individuale.

Legea distribuţiei normale (Gauss, Laplace sau Moivre) exprimă legătura dintre valoarea unei măsurători izolate x şi probabilitatea apariţiei ei P în cazul unui număr infinit de măsurători:

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2} \qquad (1)$$

$$u = \frac{x-\mu}{\sigma} \qquad (2)$$

Oricărui şir de măsurători normal distribuite i se pot aplica două mărimi statistice care îl reprezintă:

$$\mu \text{ şi } \sigma.$$

Relaţia este numită şi funcţia erorii (erf) pentru că aceasta este distribuţia obişnuită a erorilor măsurătorilor experimentale şi are forma cunoscută sub numele „Clopotul lui Gauss". Deşi există şi alte distribuţii, în special pentru măsurători care variază discret şi în, ciuda unor limitări legate de admiterea (teoretică) a posibilităţii de răspîndire a valorilor de la $-\infty$ la $+\infty$, de existenţa unei simetrii şi a unui singur maxim, distribuţia normală este cea mai frecvent folosită.

Chiar dacă o colectivitate nu ascultă de distribuţia normală, o colectivitate mai restrînsă de medii ale membrilor ei se supune legii de distribuţie normală. Aceasta se datoreşte şi faptului că varianţa mediei a n măsurători este de n ori mai mică decît varianţa unei măsurători individuale şi deci colectivitatea de medii este mult mai grupată.

Relaţia (2) arată că o măsurătoare izolată x, nu dă niciodată valoarea exactă μ a colectivităţii respective, ci o valoare diferită, care poate fi exprimată funcţie de σ, deviaţia standard. Numărul u care înmulţeşte pe σ depinde de probabilitatea corespunzătoare rezultatului; cu cît u este mai mare cu atît şi probabilitatea de apariţie a valorii respective este mai mare.

Tabelul dă pentru o valoare arbitrară a lui u probabilitatea P ca măsurătoarea izolată x să se găsească în interiorul intervalului $\mu \pm u\sigma$ şi aceea $(1 - P)$ de a se găsi în afara acestui interval.

Cu acest tabel se pot rezolva următoarele tipuri de probleme:

Exemplul 1. La o funcţionare normală a unei instalaţii produsul trebuie să aibă o concentraţie de 96% cu o deviaţie standard de 0,5, ambele determinate dintr-un număr foarte mare de măsurători. Se cere probabilitatea de apariţie a unor valori situate în afara intervalului 95—97%.

Rezolvare:

$$u = \frac{97-96}{0,5} = 2\,; \qquad u = \frac{95-96}{0,5} = -2$$

Pentru valoarea lui $u = \pm 2$ se citeşte valoarea lui $P = 0,9545$. Probabilitatea ca o măsurătoare izolată să se găsească în intervalul 95—97 este deci 95,45%, iar aceea de a se găsi în afara lui, este 4,55%.

Apariţia unei valori situate în afara intervalului (de exemplu 97,05) permite să se spună, cu riscul de a se greşi în mai puţin de 5% (100—95,45) din cazuri, că procesul respectiv nu decurge normal.

În cazul cînd există o anumită condiţie ca limitele intervalului să nu fie egal distanţate de medie, de exemplu cînd se cere probabilitatea ca produsul să aibă compoziţia în intervalul 95,2—97 (μ şi σ aceiaşi de mai sus) se procedează astfel:

— se calculează u

$$u = \frac{97-96}{0,5} = 2; \qquad u = \frac{95,2-96}{0,5} = -1,6$$

— pentru valoarea $u = 2$ se împarte la 2 valoarea $1 - P$, obţinînd astfel 2,76% probabilitatea ca o măsurătoare izolată aparţinînd acestei colectivităţi să fie mai mare de 97.

— acelaşi lucru se face pentru $u = -1,6$ şi se obţine 5,48% probabilitatea ca o valoare să fie mai mică dect 95,2.

— probabilitatea ca o valoare să fie în afara intervalului 95,2—97 este egală cu suma lor (2,76 + 5,48 = 8,24%), deci aceea de a se găsi în interiorul ntervalului este de 91,76.

Exemplul 2. Din măsurători anterioare se cunoaşte deviaţia standard a unei colectivităţi de măsurători făcute în condiţii asemănătoare. Un număr de 16 măsurători efectuate în aceste condiţii au dat o medie $\bar{x}$ de 96,3. Se cere să se afle aşa numitul interval de încredere al valorii reale pentru probabilităţile de 70, 95 şi 99%. Acelaşi lucru se cere şi în ipoteza că valoarea 96,3 a fost obţinută dintr-o măsurătoare izolată, nu ca medie a celor 16 măsurători.

Se defineşte ca „interval de încredere" domeniul în care se poate găsi o anumită valoare cu o probabilitate aleasă dinainte, prin asumarea unui anumit risc de a greşi. Relaţia este dedusă tot din relaţia (2) sub forma:

$\mu = x \pm u\sigma$ sau $x - u\sigma < \mu < x + u\sigma$ în cazul unei măsurători izolate

$\mu = x \pm u\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$ sau $x - u\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < x + u\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$ în cazul unei medii de măsurători.

Nivelul de probabilitate ales se reflectă în valoarea lui u, iar un număr de măsurători cît mai mare duce la restrîngerea intervalului de încredere, deci la mărirea preciziei valorii cerute.

Valoarea lui u pentru o probabilitate dată se obţine din partea inferioară a tabelului 2.21.2 ordonat după valorile întregi ale lui P.

Rezolvare. Pentru valorile alese ale lui P se citesc următoarele valori ale lui u:

P	70%	95%	99%
u	1,036	1,96	2,576

Întrucît $x = \bar{x} = 96{,}3$; $\sigma = 0{,}5$ şi $u = 16$ intervalul de încredere pentru nivelul de probabilitate de 95% va fi:

— în cazul mediei a 16 măsurători

$$96{,}3 - \frac{1{,}96 \cdot 0{,}5}{\sqrt{16}} < \mu < 96{,}3 + \frac{1{,}96 \cdot 0{,}5}{\sqrt{16}}$$

$$96{,}17 < \mu < 96{,}43$$

— în cazul unei măsurători izolate

$$96{,}3 - 1{,}96 \cdot 0{,}5 < \mu < 96{,}3 + 1{,}96 \cdot 0{,}5$$

$$95{,}32 < \mu < 97{,}28$$

Pentru celelalte nivele de probabilitate se procedează analog.

În cazul unui nivel de probabilitate de 95% se poate deci afirma cu riscul de a greşi în 1 din 20 de cazuri (5%) că intervalele în care se află valoarea reală a măsurătorii sînt cele de mai înainte.

Se observă că determinarea dintr-o măsurătoare izolată este dezavantajoasă fiindcă o medie din numai două măsurători duce la un interval sensibil redus:

$$96{,}3 - \frac{1{,}96 \cdot 0{,}5}{\sqrt{2}} < \mu < 96{,}3 + \frac{1{,}96 \cdot 0{,}5}{\sqrt{2}}$$

$$95{,}6 < \mu < 97{,}0.$$

De aici reiese atît necesitatea replicărilor (repetării măsurătorilor), cît şi faptul că precizia crescînd numai cu rădăcina pătrată a numărului de măsurători, mărirea ei poate deveni neeconomică.

Numărul de măsurători necesare pentru compararea unei medii cu o valoare prezumată iniţial se determină cu ajutorul unei forme speciale a tabelului distribuţiei normale 1) (v. tabelul 2.21.10).

---

1) V. valorile funcţiei Laplace, tabelul 2.18. (Y = ordonata $= \Phi'_{(x)}$; $P = 2\Phi(x)$)

u	x	Y	P	$1-P$
0	μ	0,399	0,0000	1,0000
± 0,05	$\mu \pm 0,05\sigma$	0,398	0,0399	0,9601
± 0,10	$\mu \pm 0,10\sigma$	0,397	0,0797	0,9203
± 0,15	$\mu \pm 0,15\sigma$	0,394	0,1192	0,8808
± 0,20	$\mu \pm 0,20\sigma$	0,391	0,1585	0,8415
± 0,25	$\mu \pm 0,25\sigma$	0,387	0,1974	0,8026
± 0,30	$\mu \pm 0,30\sigma$	0,381	0,2358	0,7642
± 0,35	$\mu \pm 0,35\sigma$	0,375	0,2737	0,7263
± 0,40	$\mu \pm 0,40\sigma$	0,368	0,3108	0,6892
± 0,45	$\mu \pm 0,45\sigma$	0,361	0,3473	0,6527
± 0,50	$\mu \pm 0,50\sigma$	0,352	0,3829	0,6171
± 0,55	$\mu \pm 0,55\sigma$	0,343	0,4177	0,5823
± 0,60	$\mu \pm 0,60\sigma$	0,333	0,4515	0,5485
± 0,65	$\mu \pm 0,65\sigma$	0,323	0,4843	0,5157
± 0,70	$\mu \pm 0,70\sigma$	0,312	0,5161	0,4839
± 0,75	$\mu \pm 0,75\sigma$	0,301	0,5467	0,4533
± 0,80	$\mu \pm 0,80\sigma$	0,290	0,5763	0,4237
± 0,85	$\mu \pm 0,85\sigma$	0,278	0,6047	0,3953
± 0,90	$\mu \pm 0,90\sigma$	0,266	0,6319	0,3681
± 0,95	$\mu \pm 0,95\sigma$	0,254	0,6579	0,3421
± 1,00	$\mu \pm 1,00\sigma$	0,242	0,6827	0,3173
± 1,05	$\mu \pm 1,05\sigma$	0,230	0,7063	0,2937
± 1,10	$\mu \pm 1,10\sigma$	0,218	0,7287	0,2713
± 1,15	$\mu \pm 1,15\sigma$	0,206	0,7499	0,2501
± 1,20	$\mu \pm 1,20\sigma$	0,194	0,7699	0,2301
± 1,25	$\mu \pm 1,25\sigma$	0,183	0,7887	0,2113
± 1,30	$\mu \pm 1,30\sigma$	0,171	0,8064	0,1936
± 1,35	$\mu \pm 1,35\sigma$	0,160	0,8230	0,1770
± 1,40	$\mu \pm 1,40\sigma$	0,150	0,8385	0,1615
± 1,45	$\mu \pm 1,45\sigma$	0,139	0,8529	0,1471
± 1,50	$\mu \pm 1,50\sigma$	0,130	0,8664	0,1336
± 0,000	μ	0,3989	0,0000	1,0000
± 0,126	$\mu \pm 0,126\sigma$	0,3958	0,1000	0,9000
± 0,253	$\mu \pm 0,253\sigma$	0,3863	0,2000	0,8000
± 0,385	$\mu \pm 0,385\sigma$	0,3704	0,3000	0,7000
± 0,524	$\mu \pm 0,524\sigma$	0,3477	0,4000	0,6000
± 0,674	$\mu \pm 0,674\sigma$	0,3178	0,5000	0,5000
± 0,842	$\mu \pm 0,842\sigma$	0,2800	0,6000	0,4000

2.21.2 (continuare)

u	*x*	*Y*	*P*	1−*P*
± 1,50	μ ± 1,50σ	0,1295	0,8664	0,1336
± 1,55	μ ± 1,55σ	0,1200	0,8789	0,1211
± 1,60	μ ± 1,60σ	0,1109	0,8904	0,1096
± 1,65	μ ± 1,65σ	0,1023	0,9011	0,0989
± 1,70	μ ± 1,70σ	0,0940	0,9109	0,0891
± 1,75	μ ± 1,75σ	0,0863	0,9199	0,0801
± 1,80	μ ± 1,80σ	0,0790	0,9281	0,0719
± 1,85	μ ± 1,85σ	0,0721	0,9357	0,0643
± 1,90	μ ± 1,90σ	0,0656	0,9426	0,0574
± 1,95	μ ± 1,95σ	0,0596	0,9488	0,0512
± 2,00	μ ± 2,00σ	0,0540	0,9545	0,0455
± 2,05	μ ± 2,05σ	0,0488	0,9596	0,0404
± 2,10	μ ± 2,10σ	0,0440	0,9643	0,0357
± 2,15	μ ± 2,15σ	0,0396	0,9684	0,0316
± 2,20	μ ± 2,20σ	0,0355	0,9722	0,0278
± 2,25	μ ± 2,25σ	0,0317	0,9756	0,0244
± 2,30	μ ± 2,30σ	0,0283	0,9786	0,0214
± 2,35	μ ± 2,35σ	0,0252	0,9812	0,0188
± 2,40	μ ± 2,40σ	0,0224	0,9836	0,0164
± 2,45	μ ± 2,45σ	0,0198	0,9857	0,0143
± 2,50	μ ± 2,50σ	0,0175	0,9876	0,0124
± 2,55	μ ± 2,55σ	0,0154	0,9892	0,0108
± 2,60	μ ± 2,60σ	0,0136	0,9907	0,0093
± 2,65	μ ± 2,65σ	0,0119	0,9920	0,0080
± 2,70	μ ± 2,70σ	0,0104	0,9931	0,0069
± 2,75	μ ± 2,75σ	0,0091	0,9940	0,0060
± 2,80	μ ± 2,80σ	0,0079	0,9949	0,0051
± 2,85	μ ± 2,85σ	0,0069	0,9956	0,0044
± 2,90	μ ± 2,90σ	0,0060	0,9963	0,0037
± 2,95	μ ± 2,95σ	0,0051	0,9968	0,0032
± 3,00	μ ± 3,00σ	0,0044	0,9973	0,0027
± 4,00	μ ± 4,00σ	0,0001	0,99994	0,00006
± 5,00	μ ± 5,00σ	0,000001	0,9999994	0,0000006
± 1,036	μ ± 1,036σ	0,2331	0,7000	0,3000
± 1,282	μ ± 1,282σ	0,1755	0,8000	0,2000
± 1,645	μ ± 1,645σ	0,1031	0,9000	0,1000
± 1,960	μ ± 1,960σ	0,0584	0,9500	0,0500
± 2,576	μ ± 2,576σ	0,0145	0,9900	0,0100
± 3,291	μ ± 3,291σ	0,0018	0,9990	0,0010
± 3,891	μ ± 3,891σ	0,0002	0,9999	0,0001

2.21.3. Factorii pentru calculul erorilor probabile

Pentru o serie de măsurători $x_1, x_2 \ldots x_n$, a căror medie este $\bar{x}$, eroarea probabilă a seriei corespunde la

$$\varepsilon_p = \frac{0{,}6745}{\sqrt{n-1}} \sqrt{\Sigma(x_i - \bar{x})^2} \qquad (\varepsilon_p = 0{,}6745\,\sigma)$$

iar eroarea probabilă a mediei este

$$\varepsilon_m = \frac{0{,}6745}{\sqrt{n(n-1)}} \sqrt{\Sigma(x_i - \bar{x})^2} \quad \left(\varepsilon_m = 0{,}6745\,\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

Se pot utiliza şi ecuaţiile pentru eroarea medie:

$$\varepsilon_p = 0{,}8453\,\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})}{\sqrt{n(n-1)}}$$

respectiv

$$\varepsilon_m = 0{,}8453\,\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})}{n\sqrt{n-1}}$$

Tabelul conţine valorile factorilor pentru calculul imediat al erorilor probabile pentru n cuprins între 2 şi 100.

n	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	$\frac{1}{\sqrt{n(n-1)}}$	$\frac{0{,}6745}{\sqrt{n-1}}$	$\frac{0{,}6745}{\sqrt{n(n-1)}}$	$\frac{0{,}8453}{n\sqrt{n-1}}$	$\frac{0{,}8453}{\sqrt{n(n-1)}}$
2	0,707107	0,707107	0,6745	0,4769	0,4227	0,5978
3	,577350	,408248	,4769	,2754	,1993	,3451
4	,500000	,288675	,3894	,1947	,1220	,2440
5	,447214	,223607	,3372	,1508	,0845	,1890
6	,408248	,182574	,3016	,1231	,0630	,1543
7	,377964	,154303	,2754	,1041	,0493	,1304
8	,353553	,133631	,2549	,0901	,0399	,1130
9	,333333	,117851	,2385	,0795	,0332	,0996
10	,316228	,105409	,2248	,0711	,0282	,0891
11	,301511	,095346	,2133	,0643	,0243	,0806
12	,288675	,087039	,2034	,0587	,0212	,0736
13	,277350	,080064	,1947	,0540	,0188	,0677
14	,267261	,074125	,1871	,0500	,0167	,0627
15	,258199	,069007	,1803	,0465	,0151	,0583
16	,250000	,064550	,1742	,0435	,0136	,0546
17	,242536	,060634	,1686	,0409	,0124	,0513
18	,235702	,057166	,1636	,0386	,0114	,0483
19	,229416	,054074	,1590	,0365	,0105	,0457

n	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	$\frac{1}{\sqrt{n(n-1)}}$	$\frac{0,6745}{\sqrt{n-1}}$	$\frac{0,6745}{\sqrt{n(n-1)}}$	$\frac{0,8453}{n\sqrt{n-1}}$	$\frac{0,8453}{\sqrt{n(n-1)}}$
20	0,223607	0,051299	0,1547	0,0346	0,0097	0,0434
21	,218218	,048795	,1508	,0329	,0090	,0412
22	,213201	,046524	,1472	,0314	,0084	,0393
23	,208514	,044455	,1438	,0300	,0078	,0376
24	,204124	,042563	,1406	,0287	,0073	,0360
25	,200000	,040825	,1377	,0275	,0069	,0345
26	,196116	,039223	,1349	,0265	,0065	,0332
27	,192450	,037743	,1323	,0255	,0061	,0319
28	,188982	,036370	,1298	,0245	,0058	,0307
29	,185695	,035093	,1275	,0237	,0055	,0297
30	,182574	,033903	,1252	,0229	,0052	,0287
31	,179605	,032791	,1231	,0221	,0050	,0277
32	,176777	,031750	,1211	,0214	,0047	,0268
33	,174078	,030773	,1192	,0208	,0045	,0260
34	,171499	,029854	,1174	,0201	,0043	,0252
35	,169031	,028989	,1157	,0196	,0041	,0245
36	,166667	,028172	,1140	,0190	,0040	,0238
37	,164399	,027400	,1124	,0185	,0038	,0232
38	,162221	,026669	,1109	,0180	,0037	,0225
39	,160128	,025976	,1094	,0175	,0035	,0220
40	,158114	,025318	,1080	,0171	,0034	,0214
41	,156174	,024693	,1066	,0167	,0033	,0209
42	,154303	,024098	,1053	,0163	,0031	,0204
43	,152499	,023531	,1041	,0159	,0030	,0199
44	,150756	,022990	,1029	,0155	,0029	,0194
45	,149071	,022473	,1017	,0152	,0028	,0190
46	,147442	,021979	,1005	,0148	,0027	,0186
47	,145865	,021507	,0994	,0145	,0027	,0182
48	,144338	,021054	,0984	,0142	,0026	,0178
49	,142857	,020620	,0974	,0139	,0025	,0174
50	,141421	,020203	,0964	,0136	,0024	,0171
51	,140028	,019803	,0954	,0134	,0023	,0167
52	,138675	,019418	,0945	,0131	,0023	,0164
53	,137361	,019048	,0935	,0129	,0022	,0161
54	,136083	,018692	,0927	,0126	,0022	,0158
55	,134840	,018349	,0918	,0124	,0021	0,155
56	,133631	,018019	,0910	,0122	,0020	,0152
57	,132453	,017700	,0901	,0119	,0020	,0150
58	,131306	,017392	,0893	,0117	,0019	,0147
59	,130189	,017095	,0886	,0115	,0019	,0145

n	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	$\frac{1}{\sqrt{n(n-1)}}$	$\frac{0,6745}{\sqrt{n-1}}$	$\frac{0,6745}{\sqrt{n(n-1)}}$	$\frac{0,8453}{n\sqrt{n-1}}$	$\frac{0,8453}{\sqrt{n(n-1)}}$
60	0,129099	0,016807	0,0878	0,0113	0,0018	0,0142
61	,128037	,016529	,0871	,0112	,0018	,0140
62	,127000	,016261	,0864	,0110	,0018	,0138
63	,125988	,016001	,0857	,0108	,0017	,0135
64	,125000	,015749	,0850	,0106	,0017	,0133
65	,124035	,015504	,0843	,0105	,0016	,0131
66	,123091	,015268	,0837	,0103	,0016	,0129
67	,122169	,015038	,0830	,0101	,0016	,0127
68	,121268	,014815	,0824	,0100	,0015	,0125
69	,120386	,014599	,0818	,0099	,0015	,0123
70	,119523	,014389	,0812	,0097	,0015	,0122
71	,118678	,014185	,0806	,0096	,0014	,0120
72	,117851	,013986	,0801	,0094	,0014	,0118
73	,117041	,013793	,0795	,0093	,0014	,0117
74	,116248	,013606	,0789	,0092	,0013	,0115
75	,115470	,013423	,0784	,0091	,0013	,0113
76	,114708	,013245	,0779	,0089	,0013	,0112
77	,113961	,013072	,0773	,0088	,0013	,0111
78	,113228	,012904	,0769	,0087	,0012	,0109
79	,112509	,012739	,0764	,0086	,0012	,0108
80	,111803	,012579	,0759	,0085	,0012	,0106
81	,111111	,012423	,0754	,0084	,0012	,0105
82	,110432	,012270	,0749	,0083	,0012	,0104
83	,109764	,012121	,0745	,0082	,0011	,0103
84	,109109	,011976	,0740	,0081	,0011	,0101
85	,108465	,011835	,0736	,0080	,0011	,0100
86	,107833	,011696	,0732	,0079	,0011	,0099
87	,107211	,011561	,0727	,0078	,0011	,0098
88	,106600	,011429	,0723	,0077	,0010	,0097
89	,106000	,011300	,0719	,0076	,0010	,0096
90	,105409	,011173	,0715	,0075	,0010	,0094
91	,104828	,011050	,0711	,0075	,0010	,0093
92	,104257	,010929	,0707	,0074	,0010	,0092
93	,103695	,010811	,0703	,0073	,0010	,0091
94	,103142	,010695	,0699	,0072	,0009	,0090
95	,102598	,010582	,0696	,0071	,0009	,0089
96	,102062	,010471	,0692	,0071	,0009	,0089
97	,101535	,010363	,0688	,0070	,0009	,0088
98	,101015	,010257	,0685	,0069	,0009	,0087
99	,100504	,010152	,0681	,0069	,0009	,0086
100	,100000	,010050	,0678	,0068	,0008	,0085

2.21.4. Probabilitatea unei erori

Tabelul permite evaluarea imediată a probabilității (în %) unei erori anumite, $x - \bar{x}$, raportată fie la eroarea probabilă, fie la abaterea standard σ pentru un număr de minimum trei măsurători.

Se observă imediat că eroarea probabilă ε_p, corespunde erorii pentru care există o probabilitate egală de a o depăși sau a nu o depăși, deoarece $x = \varepsilon_p$ împarte suprafața cuprinsă sub curba normală în două părți egale.

Tabelul conține și raportul între cele două suprafețe determinate de ordonata corespunzătoare, deci depărtarea de valoarea egală cu unitatea (ε_p) (v. tabelele 2.18 și 2.21.2, coloana *P*).

$\frac{x-\bar{x}}{\varepsilon_p}$	*P* %	Raportul probabilităților	$\frac{x-\bar{x}}{\sigma_p}$	*P* %	Raportul probabilităților
1,0	50,00	1,00	0,67449	50,00	1,00
1,1	45,81	1,18	0,7	48,39	1,07
1,2	41,83	1,39	0,8	42,37	1,36
1,3	38,06	1,63	0,9	36,81	1,72
1,4	34,50	1,90	1,0	31,73	2,15
1,5	31,17	2,21	1,1	27,13	2,69
1,6	28,05	2,57	1,2	23,01	3,35
1,7	25,15	2,98	1,3	19,36	4,17
1,8	22,47	3,45	1,4	16,15	5,19
1,9	20,00	4,00	1,5	13,36	6,48
2,0	17,73	4,64	1,6	10,96	8,12
2,1	15,67	5,38	1,7	8,91	10,22
2,2	13,78	6,25	1,8	7,19	12,92
2,3	12,08	7,28	1,9	5,74	16,41
2,4	10,55	8,48	2,0	4,55	20,98
2,5	9,18	9,90	2,1	3,57	26,99
2,6	7,95	11,58	2,2	2,78	34,96
2,7	6,86	13,58	2,3	2,14	45,62
2,8	5,89	15,96	2,4	1,64	59,99
2,9	5,05	18,82	2,5	1,24	79,52
3,0	4,30	22,24	2,6	0,932	106,3
3,1	3,65	26,37	2,7	,693	143,2
3,2	3,09	31,36	2,8	,511	194,7
3,3	2,60	37,42	2,9	,373	267,0
3,4	2,18	44,80	3,0	,270	369,4
3,5	1,82	53,82	3,1	,194	515,7
3,6	1,52	64,89	3,2	,137	726,7
3,7	1,26	78,53	3,3	,0967	1 033
3,8	1,04	95,38	3,4	,0674	1 483
3,9	0,853	116,3	3,5	,0465	2 149

2.21.4 (continuare)

$\frac{x - \bar{x}}{\varepsilon_p}$	p %	Raportul probabilităților	$\frac{x - \bar{x}}{\sigma_p}$	p %	Raportul probabilităților
4,0	0,698	142,3	8,0	$6{,}8 \times 10^{-3}$	$1{,}47 \times 10^{7}$
4,1	,569	174,9	9,0	$1{,}3 \times 10^{-7}$	$7{,}30 \times 10^{8}$
4,2	,461	215,8	10,0	$1{,}5 \times 10^{-9}$	$6{,}5 \times 10^{10}$
4,3	,373	267,2	3,6	,0318	3 142
4,4	,300	332,4	3,7	,0216	4 637
4,5	,240	415,0	3,8	,0145	6 915
4,6	,192	520,4	3,9	,00962	10 394
4,7	,152	655,3	4,0	,00634	15 772
4,8	,121	828,3			
4,9	,0950	1 052			
5,0	,0745	1 341	5,0	$5{,}73 \times 10^{-5}$	$1{,}744 \times 10^{6}$
6,0	,0052	19 300	6,0	$2{,}0 \times 10^{-7}$	$5{,}0 \times 10^{8}$
7,0	,00023	$4{,}27 \times 10^{5}$	7,0	$2{,}6 \times 10^{-10}$	$3{,}9 \times 10^{11}$

2.21.5. Distribuția t (Student)

Mărimea t se definește ca:

$$t = \frac{(\bar{x} - \mu)\sqrt{n}}{s} \tag{1}$$

iar intervalul de încredere corespunzător este:

$$\bar{x} - \frac{t - s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + \frac{t - s}{\sqrt{n}} \tag{2}$$

în care:

$$\bar{x} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{3}$$

este media aritmetică a măsurătorilor, cea mai bună estimare a valorii reale μ.

Abaterea medie pătratică corectată a probei sau deviația standard, care corespunde la cea mai bună estimare a abaterii medii a colectivității σ, este dată de ecuația

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\Sigma x_i^2 - \frac{(\Sigma x_i)^2}{n}}{n - 1}} \tag{4}$$

în care n este numărul de măsurători.

Apariţia lui $\sqrt{n}$ în relaţiile (1) şi (2) se datoreşte faptului că s neputînd fi calculat decît pe baza unei medii, deci a cel puţin două măsurători, varianţa mediei $s_m = \frac{s}{\sqrt{n}}$. Mărimea „t" este un parametru care preia incertitudinea provocată de folosirea lui $\bar{x}$ şi s ca estimări ale valorilor μ şi σ. Ele sînt cu atît mai corecte cu cît numărul de măsurători din care au fost deduse $\bar{x}$ şi s este mai mare, astfel încît, aşa cum reiese din tabel, la $n > 120$ valorile lui t sînt egale cu valorile lui u din tabelul 2.21.2. Mărimea t joacă deci rolul mărimii u în cazul unui număr finit şi mic de măsurători.

Tabelul distribuţiei, „Student" conţine valorile maxime pe care le poate căpăta t numai întîmplător, în funcţie de nivelul de probabilitate definit la tabelul 2.21.2 şi de numărul gradelor de libertate. Acestea au o semnificaţie analogă celei din chimia fizică reprezentînd numărul de factori care pot varia independent.

Existenţa unei medii $\bar{x}$ a n măsurători reprezintă o „constrîngere" întrucît fiind date $n - 1$ măsurători independente şi media $\bar{x}$, valoarea măsurătorii $n - a$ este fixată. În general, numărul gradelor de libertate este egal cu numărul de măsurători minus numărul de medii.

Tipurile de probleme care se pot rezolva cu ajutorul tabelului t sînt următoarele:

Exemplul 1. Găsirea limitelor intervalului de încredere în care se poate afla media populaţiei μ dacă se cunosc numai estimările $\bar{x}$ şi s, la un nivel de probabilitate dat.

Şase măsurători efectuate pentru determinarea suprafeţei specifice a unui catalizator au dat valorile din coloana x_i.

Se cere intervalul de încredere al valorii celei mai probabile la un nivel de probabilitate de 90%:

	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
	48,2	− 0,3	0,09
	49,5	+ 1,0	1,00
	47,6	− 0,9	0,81
	47,8	− 0,7	0,49
	49,3	+ 0,8	0,64
	48,4	− 0,1	0,01
Suma	290,8		3,04

Rezolvare: a) Se calculează media aritmetică a măsurătorilor

$$\bar{x} = \frac{290{,}8}{6} = 48{,}5$$

b) Se calculează:

$$x_i - \bar{x};\ (x_i - \bar{x})^2 \text{ şi } \Sigma(x_i - \bar{x})^2 \text{ conform tabelului.}$$

c) Se calculează deviaţia standard

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{3{,}04}{5}} = 0{,}78.$$

Pentru nivelul de probabilitate de 90% se citeşte în tabelul 2.21.5 valoarea lui $t = 2{,}015$ pentru $t_{0,95}$ (probabilitatea intervalului de încredere de 90% înseamnă o posibilitate de deviaţie cu 5% de fiecare parte a mediei, iar tabelul este elaborat pentru o singură parte).

Numărul de grade de libertate este 5.

Intervalul de încredere va fi, conform relaţiei (2)

$$48{,}5 - 2{,}015 \frac{0{,}78}{\sqrt{6}} < \mu < 48{,}5 + 2{,}015 \frac{0{,}78}{\sqrt{6}}$$

$$47{,}9 < \mu < 49{,}1$$

Deci, dacă se afirmă că valoarea reală se găseşte între 47,9 şi 49,1 m²/g, se greşeşte în 1 din 10 cazuri.

Exemplul 2. Compararea estimării $\bar{x}$ a unei valori observate μ cu o valoare cunoscută μ_0.

Se defineşte *test de semnificaţie* procedeul adoptat pentru a se stabili dacă o mărime supusă unei variaţii întîmplătoare diferă de o altă mărime mai mult decît se poate atribui numai variaţiei întîmplătoare.

Se defineşte *pragul (nivel) de semnificaţie* α valoarea suficient de mică pentru probabilitatea corespunzătoare evenimentelor care în situaţia dată pot fi considerate ca practic imposibile (STAS 2631-58).

Testul de semnificaţie t permite compararea mediilor prin compararea valorii t rezultate din măsurători cu valoarea $t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ din tabelă, pentru pragul de semnificaţie α stabilit şi numărul de grade de libertate corespunzător.

Dacă $t_{calc} < t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ nu există nici o dovadă că la pragul de semnificaţie α ar diferi semnificativ.

Dacă $t_{calc} > t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ diferenţele sînt semnificative.

Adoptarea unui prag de semnificaţie α implică asumarea unui risc $100\,\alpha\,\%$ de a greşi socotind că diferenţele sînt semnificative cînd ele sînt de fapt întîmplătoare, făcîndu-se aşa numite erori de ordinul I.

Valorile pentru α se iau de obicei 0,05 sau 0,01; cu cît α este mai mic cu atît creşte riscul de a face o eroare de ordinul II, β, adică de a considera o diferenţă ca fiind întîmplătoare cînd ea este în realitate semnificativă.

Se presupune, pe baza unor serii mari de măsurători, că suprafaţa specifică a materialului din exemplul 1 este de 48,0. Admiţînd că măsurătorile s-au făcut în aceleaşi condiţii, se cere să se analizeze dacă media apărută (48,5) este diferită statistic, acceptîndu-se un nivel de probabilitate de 95%.

Rezolvare: $\alpha = 0{,}05$. Nivelul de probabilitate de 95% este pentru două părţi, deci, din tabel, care este pentru o singură parte, se ia valoarea corespunzătoare lui $P = 0{,}975$, şi la 5 grade de libertate.

Rezultă $t_t = 2{,}571$

$$t_{calc} = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}} = \frac{48{,}5 - 48{,}0}{0{,}78/2{,}45} = \frac{0{,}5}{0{,}311} = 1{,}6 < 2{,}571$$

La nivelul de probabilitate de 95% cele două măsurători nu diferă semnificativ.

Numărul de măsurători necesare pentru a aplica acest test ţinînd seama şi de riscul β de a face o eroare de ordinul II este determinat din tabelul 2.21.11.

Exemplul 3. Compararea estimărilor mediilor a două serii de măsurători, înainte şi după efectuarea unei mici modificări care nu ar afecta dispersia datelor (deci $\sigma_1 = \sigma_2$). În ceea ce priveşte mediile, se porneşte de la presupunerea că modificările făcute nu au nici o influenţă (deci $\mu_1 = \mu_2$).

Modificarea sistemului de alimentare a unuia din reactanţi prin introducerea unei noi pompe dozatoare a făcut ca media a 10 măsurători ale randamentului să fie în loc de 87,3 ($s = 0{,}70$), 88,0 ($s = 0{,}60$). Se poate presupune că atît μ cît şi σ vor fi aceleaşi în ambele cazuri întrucît modificarea nu este esenţială. Admiţîndu-se un nivel de probabilitate de 95% să se verifice ipoteza că modificarea adusă nu are o influenţă semnificativă.

Rezolvare. Întrucît s-a admis că $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$ cele două estimări s_1 şi s_2 diferă între ele întîmplător şi deci se pot îngloba într-o valoare mai precisă s a lui σ bazată pe numărul total de măsurători. Se folosesc relaţiile:

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\, s_1^2 + (n_2 - 1)\, s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}\,; \quad \text{cînd } n_1 \neq n_2 \tag{5}$$

$$s = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}}\,; \quad \text{cînd } n_1 = n_2 \tag{6}$$

iar

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{s\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}\,; \quad \text{cînd } n_1 \neq n_2 \tag{7}$$

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{s\sqrt{2/n}}\,; \quad \text{cînd } n_1 = n_2 \tag{8}$$

Numărul de grade de libertate va fi $n_1 + n_2 - 2$.

Avînd deci:

$$\bar{x}_1 = 87{,}3; \quad s_1 = 0{,}70; \quad n_1 = 10$$

$$\bar{x}_2 = 88{,}0; \quad s_2 = 0{,}60; \quad n_2 = 10$$

$$s = \frac{1}{2}\sqrt{(0{,}70^2 + 0{,}60^2)} = 0{,}652$$

$$t = \frac{88{,}0 - 87{,}3}{0{,}652\sqrt{2/10}} = 2{,}40$$

Întrucît t_t pentru $P_{0,975}$ şi 18 grade de libertate este 2,10 înseamnă că se greşeşte numai în 5% din cazuri dacă se consideră că diferenţa dintre cele două valori nu este întîmplătoare şi deci, introducerea noii pompe dozatoare provoacă modificări semnificative statistic.

Exemplul 4. Modificarea abaterii medii patratice, de exemplu prin schimbarea metodei de analiză sau a analiştilor, va duce la păstrarea egalităţii $\mu_1 = \mu_2$ dar la modificarea dispersiei datelor ($\sigma_1 \neq \sigma_2$).

În acest caz nu se mai poate folosi o estimare globală şi de aceea numărul de grade de libertate *g. l.* este mai mic şi se calculează astfel:

$$g.\,l. = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{\dfrac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1 + 1} + \dfrac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2 + 1}} - 2; \quad \text{cînd } n_1 \neq n_2 \tag{9}$$

$$g.\,l. = (n + 1)\left(1 + \frac{2}{(s_1^2/s_2^2 + s_2^2/s_1^2)}\right) - 2; \quad \text{cînd } n_1 = n_2 \tag{10}$$

Aplicarea unei alte metode de determinare a suprafeței specifice a dat rezultatele de mai jos. Se cere să se arate dacă noua metodă dă diferențe semnificative față de prima:

$$\bar{x}_1 = 48{,}5 \qquad \bar{x}_2 = 49{,}0$$
$$s_1 = 0{,}78 \qquad s_2 = 1{,}51$$
$$n_1 = 6 \qquad n_2 = 6$$

$$t = \frac{(49{,}0 - 48{,}5)\sqrt{6}}{\sqrt{0{,}78^2 + 1{,}51^2}} = \frac{1{,}22}{1{,}7} = 0{,}72$$

$$g.l. = (6+1)\left(1 + \frac{2}{0{,}61/2{,}3 + 2{,}3/0{,}61}\right) - 2 = 7\left(1 + \frac{2}{0{,}265 + 3{,}78}\right) - 2$$

$g.l. = 8$ (se aduce la numărul întreg apropiat).

Pentru un prag de semnificație de 5% deci $P_{0,975}$ și pentru 8 *g. l.*, *t* din tabele este 2.31; în consecință se poate spune cu riscul de a greși în 5% din cazuri că noua metodă de analiză nu prezintă diferențe semnificative față de prima.

Numărul de măsurători necesare pentru aplicarea acestui test, ținînd seama de α și de β, este dat în tabelul 2.21.12.

2.21.5

g.l.	t_{60}	t_{70}	t_{80}	t_{90}	t_{95}	t_{975}	t_{990}	t_{995}
1	0,325	0,727	1,376	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,289	0,617	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,277	0,584	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,271	0,569	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,267	0,559	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,265	0,553	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,263	0,549	0,896	1,415	1,895	2,305	2,998	3,499
8	0,262	0,546	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,261	0,543	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,260	0,540	0,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,259	0,539	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,259	0,538	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,258	0,537	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,258	0,536	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,258	0,535	0,865	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,257	0,534	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,257	0,534	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,257	0,533	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,257	0,533	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,257	0,532	0,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,256	0,532	0,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,256	0,532	0,858	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,256	0,531	0,857	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,256	0,531	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787

2.21.5 (continuare)

g.l.	t_{60}	t_{70}	t_{80}	t_{90}	t_{95}	t_{975}	t_{990}	t_{995}
26	0,256	0,531	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,256	0,531	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,256	0,530	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,256	0,530	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,256	0,530	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	0,255	0,529	0,851	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	0,254	0,527	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,254	0,526	0,845	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

2.21.6. Determinarea intervalului de încredere cu ajutorul diferenței între valoarea maximă și cea minimă

Se folosește pentru determinarea intervalului de încredere al unei valori folosindu-se în locul estimării varianței s și a lui t, diferența W dintre valoarea maximă și cea minimă a unei serii de măsurători și mărimea C tabelată.

Intervalul este definit de relația:

$$\bar{x} - CW < \mu < \bar{x} + CW$$

în care $\bar{x}$ este media aritmetică a valorilor;
W — diferența între valoarea maximă și minimă;
C — constanta care se obține din tabel pentru un număr de experiențe și un nivel de probabilitate dat.

Exemplu. Recalcularea exemplului de la tabelul 2.21.5: $\bar{x} = 48{,}5$.
$W = 49{,}5 - 47{,}6 = 1{,}9$.
C (pentru 6 măsurători și 90%) = 0,312.
$CW = 1{,}9 \cdot 0{,}312 = 0{,}5928$.
Intervalul de încredere va fi deci:

$$\bar{x} - 0{,}59 < \mu < \bar{x} + 0{,}59$$

$$47{,}9 < \mu < 49{,}1.$$

Se observă că se obține același interval cu un volum minim de calcule. Testul acesta este însă sensibil la influența unei valori prea mari sau prea mici apărute accidental.

Numărul de măsurători	Valorile lui C pentru nivelul de probabilitate, %			
	90	95	98	99
2	3,157	6,353	15,910	31,828
3	0,885	1,304	2,111	3,008
4	0,529	0,717	1,023	1,316
5	0,388	0,507	0,685	0,843
6	0,312	0,399	0,523	0,628
7	0,263	0,333	0,429	0,507
8	0,230	0,288	0,366	0,429
9	0,205	0,255	0,322	0,374
10	0,186	0,230	0,288	0,333

2.21.5 (continuare)

g.l.	t_{60}	t_{70}	t_{80}	t_{90}	t_{95}	t_{975}	t_{990}	t_{995}
26	0,256	0,531	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,256	0,531	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,256	0,530	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,256	0,530	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,256	0,530	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	0,255	0,529	0,851	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	0,254	0,527	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,254	0,526	0,845	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

2.21.6. Determinarea intervalului de încredere cu ajutorul diferenței între valoarea maximă și cea minimă

Se folosește pentru determinarea intervalului de încredere al unei valori folosindu-se în locul estimării varianței s și a lui t, diferența W dintre valoarea maximă și cea minimă a unei serii de măsurători și mărimea C tabelată.

Intervalul este definit de relația:

$$\bar{x} - CW < \mu < \bar{x} + CW$$

în care $\bar{x}$ este media aritmetică a valorilor;
W — diferența între valoarea maximă și minimă;
C — constanta care se obține din tabel pentru un număr de experiențe și un nivel de probabilitate dat.

Exemplu. Recalcularea exemplului de la tabelul 2.21.5: $\bar{x} = 48{,}5$.
$W = 49{,}5 - 47{,}6 = 1{,}9$.
C (pentru 6 măsurători și 90%) $= 0{,}312$.
$CW = 1{,}9 \cdot 0{,}312 = 0{,}5928$.
Intervalul de încredere va fi deci:

$$\bar{x} - 0{,}59 < \mu < \bar{x} + 0{,}59$$

$$47{,}9 < \mu < 49{,}1.$$

Se observă că se obține același interval cu un volum minim de calcule. Testul acesta este însă sensibil la influența unei valori prea mari sau prea mici apărute accidental.

Numărul de măsurători	Valorile lui C pentru nivelul de probabilitate, %			
	90	95	98	99
2	3,157	6,353	15,910	31,828
3	0,885	1,304	2,111	3,008
4	0,529	0,717	1,023	1,316
5	0,388	0,507	0,685	0,843
6	0,312	0,399	0,523	0,628
7	0,263	0,333	0,429	0,507
8	0,230	0,288	0,366	0,429
9	0,205	0,255	0,322	0,374
10	0,186	0,230	0,288	0,333

2.21.7. Distribuţia χ^2 (HI—PĂTRAT)

Tabelul prezintă, în funcţie de un nivel de probabilitate ales şi de numărul de grade de libertate definit de numărul de măsurători, valorile maxime pe care le poate căpăta mărimea χ^2 numai din simplă întîmplare:

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(f - F)^2}{F}$$

unde f este frecvenţa unor date obţinute experimental;

F — frecvenţa acestor date dacă ele aparţin unei distribuţii normale.

Dacă valoarea lui χ^2 calculată după formula de mai sus depăşeşte pe cea corespunzătoare din tabel pentru nivelul de probabilitate ales şi numărul de grade de libertate corespunzător măsurătorilor, înseamnă că apare o diferenţă sistematică de la distribuţia normală.

Tipurile de probleme care pot fi rezolvate cu ajutorul acestui tabel sînt date în continuare.

Exemplul 1. Verificarea normalităţii unei distribuţii. Rezultatele a 250 determinări asupra unor impurităţi în oţeluri efectuate în laboratorul secţiei şi în cel central al fabricii, prezentau unele diferenţe care ar trebui să se supună legilor distribuţiei normale pentru a nu se considera că sînt sistematice şi rezultatele necomparabile. Pentru aceasta diferenţele între cele două valori obţinute se împart în grupe cărora li se calculează frecvenţa. Se determină apoi pentru fiecare grupă frecvenţa de apariţie conform distribuţiei normale F şi se calculează χ^2 din relaţia dată mai sus. Valorile lui χ^2 se însumează apoi pentru toate diferenţele şi se calculează gradele de libertate din relaţia:

$$g.\ l. = k - l - 1$$

în care: k este numărul de grupe de comparaţie;

l — numărul de constrîngeri.

Diferenţele între măsurătorile corespondente se exprimă în multipli ai deviaţiei standard σ (considerată cunoscută pentru metoda respectivă) şi se grupează la un loc toate măsurătorile avînd această diferenţă cuprinsă între limite fixate arbitrar.

În cazul menţionat, la un număr de 250 de analize duble s-au fixat ca limite ale grupelor următoarele valori ale diferenţelor (exprimate în multipli de σ): 0,00—0,70; 0,70—1,00; 1,00—1,40; 1,40—2,00; 2,00—4,00 trecute în coloana 1 a tabelului dat în continuare. În coloana următoare apare frecvenţa observată f, adică numărul de măsurători care se găsesc în intervalul respectiv.

Coloana 3 reprezintă procentajul de măsurători pe grupe, dacă măsurătorile ar asculta de legea distribuţiei normale şi se obţine pe baza coloanei 4 din tabelul 2.21.2 scăzîndu-se probabilităţile valorilor care delimitează diferenţele.

Coloana 4 reprezintă frecvenţa conform distribuţiei normale şi se obţine din numărul total de măsurători înmulţit cu procentajul determinat în coloana 3.

În coloana 5 se trec valorile $\frac{(f - F)^2}{F}$ componente ale lui χ^2:

$n\sigma$	f	Δ	fn_4	$\frac{(f-F)^2}{F}$
0,00—0,70	135	0,5161	129	$\frac{(135-129)^2}{129} = 0{,}28$
0,70—1,00	40	0,1666 = 0,6827 — 0,5161	42	$\frac{(40-42)^2}{42} = 0{,}09$
1,00—1,40	35	0,1558 = 0,8385 — 0,6827	39	$\frac{(35-39)^2}{39} = 0{,}41$
1,40—2,00	24	0,1160 = 0,9545 — 0,8385	29	$\frac{(24-29)^2}{29} = 0{,}87$
2,00—4,00	16	0,0454 = 0,9999 — 0,9545	11	$\frac{(16-11)^2}{11} = 2{,}30$
n	250		250	$\Sigma\chi^2 = 3{,}95$

Numărul de grade de libertate *g. l.* va fi 3, avînd în vedere că numărul de constrîngeri este 1, ca în toate cazurile cînd se iau în considerare diferențe a căror medie este presupusă zero.

Din tabel rezultă că, pentru un nivel de probabilitate de 95%, și trei grade de libertate, valoarea lui χ^2 maximă pentru a se putea considera repartiția respectivă ca normală, este 7,8. Se poate spune, deci, că repartiția respectivă este normală și că diferențele care apar nu sînt semnificative.

Exemplul 2. Tabelul care dă valoarea lui χ^2 se mai folosește pentru găsirea intervalului de încredere al varianței σ^2 la calcularea ei din estimarea s^2 pentru un nivel de probabilitate 100 $(1-\alpha)$, cu ajutorul relațiilor:

$$\chi^2 = \frac{s^2}{\sigma^2/(n-1)}$$

$$\frac{s^2}{\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}/(n-1)} < \sigma^2 < \frac{s^2}{\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}/(n-1)}$$

O serie de 10 măsurători au dat o varianță $s^2 = 0{,}64$. Se cere intervalul de încredere al varianței populației pentru un nivel de probabilitate de 95%.

Numărul de grade de libertate, în acest caz, fiind $n-1$ adică 9, se citește din tabel pentru:

$$\chi^2_{1-\alpha/2;9} = \chi^2_{0{,}975;\ 9} = 19{,}02$$

$$\chi^2_{\alpha/2;\ 9} = \chi^2_{0{,}025;\ 9} = 2{,}70$$

$$\frac{0{,}64}{19{,}02/9} < \sigma^2 < \frac{0{,}64}{2{,}70/9}$$

$$\frac{5{,}78}{19{,}02} < \sigma^2 < \frac{5{,}78}{2{,}70}$$

$$0{,}304 < \sigma^2 < 2{,}14.$$

Deci cu riscul de a greși în 1 din 20 de cazuri se poate spune că σ^2 se află în intervalul 0,304—2,14.

g.l.	NIVELUL DE PROBABILITATE, %									
	0,5	1	2,5	5	10	90	95	97,5	99	99,5
1	0,000039	0,00016	0,00098	0,0039	0,0158	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,1026	0,2107	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	0,584	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	0,676	0,872	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	0,989	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	1,34	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	21,96
9	1,73	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	2,16	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
11	2,60	3,05	3,82	4,57	5,58	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76
12	3,07	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30
13	3,57	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82
14	4,07	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32
15	4,60	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80
16	5,14	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,20	28,85	32,00	34,27
18	6,26	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16
20	7,43	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00
24	9,89	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56
30	13,79	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67
40	20,71	22,16	24,43	26,51	29,05	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77
60	35,53	37,48	40,48	43,19	46,46	74,40	79,08	83,30	88,38	91,95
120	83,85	86,92	91,58	95,70	100,62	140,23	146,57	152,21	158,95	163,64

2.21.8. Valorile lui *F* pentru compararea variantelor

Tabelele 2.21.8.1 şi 2.21.8.2. conţin valorile maxime pe care le poate căpăta din simplă întîmplare raportul *F* a două varianţe, funcţie de gradele de libertate pe baza cărora au fost determinate. Se dau valori pentru nivele de semnificaţie de 0,05 şi 0,01.

Varianţa cea mai mare se pune de obicei la numărător, astfel ca raportul *F* să fie supraunitar.

Tabelul este utilizat la analiza varianţei şi analiza factorială pentru stabilirea semnificativităţii statistice a diferenţelor între măsurători (v. tabelele 2.21.14—2.21.19).

2.21.8.1. Distribuția *F* pentru nivelul de semnificație 0,05

Numărul de grade de libertate ale numitorului	Numărul de grade de libertate ale numărătorului																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251	252	253	254
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,37
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,18	2,09	2,02	1,96	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,25
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00

2.21.8.2. Distribuţia *F* pentru nivelul de semnificaţie 0,01

Numărul de grade de libertate ale numitorului	Numărul de grade de libertate ale numărătorului																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4052	5000	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6023	6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366
2	98,5	99,0	99,2	99,2	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
3	34,1	30,8	29,5	28,7	28,2	27,9	27,7	27,5	27,3	27,2	27,1	26,9	26,7	26,6	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1
4	21,2	18,0	16,7	16,0	15,5	15,2	15,0	14,8	14,7	14,5	14,4	14,2	14,0	13,9	13,8	13,7	13,7	13,6	13,5
5	16,3	13,3	12,1	11,4	11,0	10,7	10,5	10,3	10,2	10,1	9,89	9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	9,20	9,11	9,02
6	13,7	10,9	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,56	7,40	7,31	7,23	7,14	7,06	6,97	6,88
7	12,2	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,47	6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	5,82	5,74	5,65
8	11,3	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,67	5,52	5,36	5,28	5,20	5,12	5,03	4,95	4,86
9	10,6	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,11	4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	4,48	4,40	4,31
10	10,0	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,40	4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,16	4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	3,34	3,25	3,17
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,70	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	3,18	3,09	3,00
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	3,05	2,96	2,87
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55	3,41	3,26	3,18	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75
17	8,40	6,11	5,19	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,46	3,31	3,16	3,08	3,00	2,92	2,83	2,75	2,65
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,37	3,23	3,08	3,00	2,92	2,84	2,75	2,66	2,57
19	8,19	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,30	3,15	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58	2,49
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,23	3,09	2,94	2,86	2,78	2,69	2,61	2,52	2,42
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,17	3,03	2,88	2,80	2,72	2,64	2,55	2,46	2,36
22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,98	2,83	2,75	2,67	2,58	2,50	2,40	2,31
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,93	2,78	2,70	2,62	2,54	2,45	2,35	2,26
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,03	2,89	2,74	2,66	2,58	2,49	2,40	2,31	2,21
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	2,99	2,85	2,70	2,62	2,53	2,45	2,36	2,27	2,17
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,84	2,70	2,55	2,47	2,39	2,30	2,21	2,11	2,01
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,66	2,52	2,37	2,29	2,20	2,11	2,02	1,92	1,80
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,50	2,35	2,20	2,12	2,03	1,94	1,84	1,73	1,60
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56	2,47	2,34	2,19	2,03	1,95	1,86	1,76	1,66	1,53	1,38
∞	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,18	2,04	1,88	1,79	1,70	1,59	1,47	1,32	1,00

2.21.9. Eliminarea măsurătorilor

Pentru eliminarea acelor măsurători care prezintă o diferență prea mare față de celelalte, se practică sistemul ignorării valorilor extreme. Se poate însă întîmpla ca dispersia valorilor eliminate să fie normală și în acest caz, prin eliminarea lor, media și varianța să fie deformate, iar posibilitatea lor de reprezentare scăzută, prin reducerea numărului de măsurători pe care se bazează.

Tendința firească de a fi influențat de propria dorință în eliminarea sau păstrarea valorilor care „par" să nu servească ipoteza propusă, trebuie frînată prin obiectivizarea operației.

Un criteriu obiectiv de eliminare a măsurătorilor care par să fie greșite, bazat pe considerente statistice, este acela de a se calcula pentru fiecare măsurătoare mărimea:

$$\tau_i = \left| \frac{\bar{x} - x_i}{s} \right|$$

și de a se compara aceasta, pentru numărul respectiv de măsurători n, cu valoarea τ_t din tabel. Dacă valoarea respectivă este mai mare decît cea din tabel, măsurătoarea respectivă trebuie eliminată.

n	τ_t	n	τ_t	n	τ_t
3	1,38	10	1,95	45	2,53
4	1,53	15	2,13	50	2,57
5	1,64	20	2,24	60	2,63
6	1,73	25	2,32	70	2,69
7	1,80	30	2,39	80	2,73
8	1,86	35	2,44	90	2,77
9	1,92	40	2,49	100	2,80

Exemplu. Pentru determinarea umidității unui material s-au făcut 6 măsurători cu rezultatele de mai jos. Să se verifice dacă se poate elimina vreo măsurătoare (este cazul celei de a cincea care prezintă o valoare mult diferită de celelalte).

În tabelul următor sînt prezentate atît datele măsurătorii cît și calculele:

x_i	$\bar{x} - x_i$	$(\bar{x} - x_i)^2$	τ_i
4,25	− 0,22	0,0484	0,55
4,84	0,37	0,1369	0,93
4,69	0,22	0,0484	0,55
4,80	0,33	0,1089	0,83
3,80	− 0,67	0,4489	1,68
4,46	− 0,01	0,0001	0,025
26,84		0,7976	

$$\bar{x} = \frac{26{,}84}{6} = 4{,}47; \quad s = \sqrt{\frac{0{,}7916}{5}} = 0{,}398 \sim 0{,}4$$

Valoarea reală se va găsi pentru o probabilitate de 95% și cinci grade de libertate între 4,47 ± 2,01 · 0,4, deci în intervalul 3,67—5,27.

Pentru 6 experienţe tabelul 2.21.9 indică o valoare de 1,73, deci experienţa 5 nu poate fi eliminată fără riscul de a deforma rezultatele, fiindcă deviaţia are un caracter întîmplător, intrînd în dispersia normală a datelor.

2.21.10. Determinarea numărului de măsurători necesare aplicării testului de semnificaţie „*u*"

Întrucît încercarea de a nu face o eroare de ordinul I (găsirea de diferenţe semnificative acolo unde ele nu există) este legată de riscul de a nu găsi aceste diferenţe nici acolo unde există (eroare de ordinul II), adoptarea unei valori mici pentru α duce implicit la mărirea lui β, în cazul cînd nu se va face un număr suficient de mare de măsurători.

Considerîndu-se cunoscută abaterea medie pătratică a colectivităţii de valori, numărul minim de măsurători n, necesar pentru a se putea compara media lor cu valoarea prezumată reală, ca să se sesizeze diferenţele semnificative în cadrul testului u, este dat de relaţia:

$$n = (u_\alpha + u_\beta)^2/D^2 \tag{1}$$

$$x^* = \mu_0 + u_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \mu_0 + \delta - u_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{2}$$

în care: u_α este valoarea din tabel pentru probabilitatea aleasă P a lui α;

u_β — valoarea din tabel pentru probabilitatea lui β aleasă;

$D = \dfrac{\delta}{\sigma}$;

δ — diferenţa între valoarea reală prezumată μ şi x^*

x^* — valoarea pe care media cercetată nu trebuie să o depăşească pentru ca diferenţele să nu fie semnificative.

Exemplu. La efectuarea controlului de calitate al unui produs petrolier se scot probe periodice cărora li se determină densitatea, apreciindu-se din măsurători anterioare că pentru ca întreaga şarjă să fie considerată bună, trebuie ca valoarea medie a probelor să fie peste 0,810. De obicei densitatea obţinută în cazul unei livrări normale de produse este 0,822 cu o deviaţie standard de 0,007, ambele determinate dintr-un număr mare de măsurători, astfel încît să se poată admite că $0{,}822 = \mu$ şi $0{,}007 = \sigma$.

Riscul de a considera şarja necorespunzătoare din cauza testului statistic care ar arăta o diferenţă semnificativă acolo unde de fapt nu există, este legat de valoarea lui α, riscul asumat de a face o eroare de ordinul I. Pe de altă parte există şi riscul, legat de β, de a admite că şarja este bună cînd în realitate nu este, ceea ce are urmări nefavorabile asupra calităţii produsului.

Se admite pentru motivele menţionate, că dacă densitatea este $< 0{,}810$ să existe 99% şanse de eliminare a şarjei ($\alpha = 0{,}01$), iar dacă valoarea este $> 0{,}822$ să existe numai 2% şanse să fie eliminate ($\beta = 0{,}02$).

Deci $\alpha = 0{,}01$; $\beta = 0{,}02$; $\mu_0 = 0{,}822$; $\sigma = 0{,}007$; $\delta = 0{,}012$.

$D = \dfrac{\delta}{\sigma} = \dfrac{0{,}012}{0{,}007} = 1{,}7.$

Din tabelul 2.21.10 rezultă:

$$u_\alpha = 2{,}326 \text{ şi } u_\beta = 2{,}054$$

Aplicînd formula (1):

$$n = \left(\frac{2{,}326 + 2{,}054}{1{,}7}\right)^2 = \left(\frac{4{,}38}{1{,}7}\right)^2 \cong 6{,}67$$

Se vor lua deci 7 probe şi dacă media lor va depăşi valoarea:

$$x^* = 0{,}810 + \frac{2{,}326 \cdot 0{,}007}{\sqrt{7}} = 0{,}8161$$

şarja va fi considerată aptă.

Deci pentru a fi siguri că nu se rebutează şarjele decît cu o eroare de 1% şi că se face o eroare sub 2% în acceptarea unor şarje proaste, trebuie să se colecteze minimum 7 probe a căror densitate medie trebuie să fie peste 0,816.

În cazul cînd se compară două medii, fiecare cu deviaţia respectivă, numărul de măsurători în fiecare grup este:

$$n = 2\left(\frac{u_\alpha + u_\beta}{D}\right)^2$$

iar

$$D = \frac{\delta}{\left(\frac{1}{2}\sigma_1^2 + \frac{1}{2}\sigma_2^2\right)^{1/2}}$$

2.21.10.

P	u	P	u
0,001	3,0902	0,05	1,6449
0,005	2,5758	0,10	1,2816
0,01	2,3263	0,20	0,8416
0,02	2,0537	0,30	0,5244
0,025	1,9600	0,40	0,2533
		0,50	0,000

2.21.11. Determinarea numărului de măsurători necesare aplicării testului t pentru compararea unei medii $\bar{x}$ cu o valoare standard μ_0.

Tabelul dă valoarea numărului de măsurători necesare aplicării testului t conform exemplului 2 din 2.21.5. Numărul de măsurători este funcţie de α, β, D, şi de nivelul de probabilitate al testului.

$D = \frac{\delta}{\sigma}$ este calculată pe baza lui σ, dedusă din informaţii anterioare.

Exemplu. Pentru a se mări randamentul unei instalaţii cu circa 1% se preconizează ridicarea temperaturii. Întrucît modificarea aceasta implică anumite cheltuieli, riscul de a greşi, considerînd că apare această mărire de randament fără ca ea să se fi produs în instalaţie (α) este luat 0,025. Mărirea de randament fiind o problemă extrem de importantă, se caută să nu se considere că diferenţele sînt întîmplătoare cînd ele de fapt sînt reale şi deci efectul pozitiv al măririi temperaturii există; pentru aceasta se ia $\beta = 0{,}01$. Valoarea lui σ se bănuieşte că va fi la fel cu cea dinaintea modificării respective adică 0,5. Se cere numărul minim de experienţe pentru a se putea trage o concluzie corectă:

$$\alpha = 0{,}025;\quad \beta = 0{,}01;\quad d = 1;\quad \sigma = 0{,}5;\quad D = \frac{1}{0{,}5} = 2.$$

α fiind prevăzut numai pentru mărirea factorului se caută în tabele la valorile pentru o singură parte, iar nivelul de probabilitate este 95% $[100\,(1-2\alpha)]$. Se obţine $n = 5$.

Deci pentru a se obţine un rezultat corect trebuie să se facă minimum 5 măsurători cărora li se aplică apoi metoda de la tabelul 2.21.5, exemplul 2. Dacă sensul de influenţă al factorului respectiv nu este cunoscut, valoarea lui α se ia pentru ambele părţi şi nivelul de probabilitate este $100(1-\alpha)$.

		Nivelul testului *t*																				
		99%					98%					95%					90%					
O singură parte Două părți		α = 0,005 α = 0,01					α = 0,01 α = 0,02					α = 0,025 α = 0,05					α = 0,05 α = 0,1					
β →		0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	
Valoarea $D = \frac{\delta}{\sigma}$	0,05																					0,05
	0,10																					0,10
	0,15																				122	0,15
	0,20										139					99					70	0,20
	0,25					110					90				128	64			139	101	45	0,25
	0,30				134	78				115	63			119	90	45		122	97	71	32	0,30
	0,35			125	99	58			109	85	47		109	88	67	34		90	72	52	24	0,35
	0,40		115	97	77	45		107	85	66	37	117	74	68	51	26	101	70	55	40	19	0,40
	0,45		92	77	62	37	110	81	68	53	30	93	67	54	41	21	80	55	44	33	15	0,45
	0,50	100	75	63	51	30	90	66	55	43	25	76	54	44	34	18	65	45	36	27	13	0,50
	0,55	83	63	53	42	26	75	55	46	36	21	63	45	37	28	15	54	38	30	22	11	0,55
	0,60	71	53	45	36	22	63	47	39	31	18	53	38	32	24	13	46	32	26	19	9	0,60
	0,65	61	46	39	31	20	55	41	34	27	16	46	33	27	21	12	39	28	22	17	8	0,65
	0,70	53	40	34	28	17	47	35	30	24	14	40	29	24	19	10	34	24	19	15	8	0,70
	0,75	47	36	30	25	16	42	31	27	21	13	35	26	21	16	9	30	21	17	13	7	0,75
	0,80	41	32	27	22	14	37	28	24	19	12	31	22	19	15	9	27	19	15	12	6	0,80
	0,85	37	29	24	20	13	33	25	21	17	11	28	21	17	13	8	24	17	14	11	6	0,85
	0,90	34	26	22	18	12	29	23	19	16	10	25	19	16	12	7	21	15	13	10	5	0,90
	0,95	31	24	20	17	11	27	21	18	14	9	23	17	14	11	7	19	14	11	9	5	0,95
	1,00	28	22	19	16	10	25	19	16	13	9	21	16	13	10	6	18	13	11	8	5	1,00
	1,1	24	19	16	14	9	21	16	14	12	8	18	13	11	9	6	15	11	9	7		1,1
	1,2	21	16	14	12	8	18	14	12	10	7	15	12	10	8	5	13	10	8	6		1,2
	1,3	18	15	13	11	8	16	13	11	9	6	14	10	9	7		11	8	7	6		1,3
	1,4	16	13	12	10	7	14	11	10	9	6	12	9	8	7		10	8	7	5		1,4
	1,5	15	12	11	9	7	13	10	9	8	6	11	8	7	6		9	7	6			1,5
	1,6	13	11	10	8	6	12	10	9	7	5	10	8	7	6		8	6	6			1,6
	1,7	12	10	9	8	6	11	9	8	7		9	7	6	5		8	6	5			1,7
	1,8	12	10	9	8	6	10	8	7	7		8	7	6			7	6				1,8
	1,9	11	9	8	7	6	10	8	7	6		8	6	6			7	5				1,9
	2,0	10	8	8	7	5	9	7	7	6		7	6	5			6					2,0
	2,1	10	8	7	7		8	7	6	6		7	6				6					2,1
	2,2	9	8	7	6		8	7	6	5		7	6				6					2,2
	2,3	9	7	7	6		8	6	6			6	5				5					2,3
	2,4	8	7	7	6		7	6	6			6										2,4
	2,5	8	7	6	6		7	6	6			6										2,5
	3,0	7	6	6	5		6	5	5			5										3,0
	3,5	6	5	5			5															3,5
	4,0	6																				4,0

2.21.12. Determinarea numărului de măsurători necesare aplicării testului t la compararea a două medii

Se obţine, ca şi în tabelul 2.21.11, pentru fiecare grup de măsurători numărul necesar aplicării testului t în condiţiile din exemplele 3 şi 4 din 2.21.5. Se folosesc aceiaşi parametri α, β şi D, iar citirea lui se face analog cu tabelul 2.21.11.

Exemplu. Folosirea unei metode de determinare a suprafeţei specifice, mai rapide dar eventual mai puţin exacte, necesită o comparaţie cu o metodă cunoscută ca avînd $\sigma = 0,8$. Fixîndu-se $\alpha = \beta = 0,05$, se cere ca diferenţa valorilor obţinute prin cele două metode să nu fie mai mare de 2 unităţi.

Deci $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,05$, $D = \frac{2}{0,8} = 2,5$ iar nivelul de probabilitate este egal cu $100\,(1 - \alpha)$ (v. tabelul 2.21.11), întrucît necunoscîndu-se sensul de variaţie al noii metode se ia α pentru ambele părţi. Din tabele reiese că este nevoie de cîte 6 măsurători în fiecare grup.

		Nivelul testului t																				
		99%					98%					95%					90%					
O singură parte Două părţi		$\alpha = 0,005$ $\alpha = 0,01$					$\alpha = 0,01$ $\alpha = 0,02$					$\alpha = 0,025$ $\alpha = 0,05$					$\alpha = 0,05$ $\alpha = 0,1$					
β		0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	
	0,05																					0,05
	0,10																					0,10
	0,15																					0,15
	0,20																				137	0,20
	0,25															124					88	0,25
	0,30										123					87					61	0,30
	0,35					110					90					64				102	45	0,35
	0,40					85					70				100	50			108	78	35	0,40
	0,45				118	68				101	55			105	79	39		108	86	62	28	0,45
	0,50				96	55			106	82	45		106	86	64	32		88	70	51	23	0,50
Valoarea $D = \frac{\delta}{\sigma}$	0,55			101	79	46		106	88	68	38		87	71	53	27	112	73	58	42	19	0,55
	0,60		101	85	67	39		90	74	58	32	104	74	60	45	23	89	61	49	36	16	0,60
	0,65		87	73	57	34	104	77	64	49	27	88	63	51	39	20	76	52	42	30	14	0,65
	0,70	100	75	63	50	29	90	66	55	43	24	76	55	44	34	17	66	45	36	26	12	0,70
	0,75	88	66	55	44	26	79	58	48	38	21	67	48	39	29	15	57	40	32	23	11	0,75
	0,80	77	58	49	39	23	70	51	43	33	19	59	42	34	26	14	50	35	28	21	10	0,80
	0,85	69	51	43	35	21	62	46	38	30	17	52	37	31	23	12	45	31	25	18	9	0,85
	0,90	62	46	39	31	19	55	41	34	27	15	47	34	27	21	11	40	28	22	16	8	0,90
	0,95	55	42	35	28	17	50	37	31	24	14	42	30	25	19	10	36	25	20	15	7	0,95
	1,00	50	38	32	26	15	45	33	28	22	13	38	27	23	17	9	33	23	18	14	7	0,00
	1,1	42	32	27	22	13	38	28	23	19	11	32	23	19	14	8	27	19	15	12	6	1,1
	1,2	36	27	23	18	11	32	24	20	16	9	27	20	16	12	7	23	16	13	10	5	1,2
	1,3	31	23	20	16	10	28	21	17	14	8	23	17	14	11	6	20	14	11	9	5	1,3
	1,4	27	20	17	14	9	24	18	15	12	8	20	15	12	10	6	17	12	10	8	4	1,4
	1,5	24	18	15	13	8	21	16	14	11	7	18	13	11	9	5	15	11	9	7	4	1,5

		Nivelul testului *t*																				
		99%					98%					95%					90%					
O singură parte Două părți		$\alpha = 0.005$ $\alpha = 0{,}01$					$\alpha = 0{,}01$ $\alpha = 0{,}02$					$\alpha = 0{,}025$ $\alpha = 0{,}05$					$\alpha = 0{,}05$ $\alpha = 0{,}1$					
$\beta \rightarrow$		0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	
Valoarea $D = \frac{\delta}{\sigma}$	1,6	21	16	14	11	7	19	14	12	10	6	16	12	10	8	5	14	10	8	6	4	1,6
	1,7	19	15	13	10	7	17	13	11	9	6	14	11	9	7	4	12	9	7	6	3	1,7
	1,8	17	13	11	10	6	15	12	10	8	5	13	10	8	6	4	11	8	7	5		1,8
	1,8	16	12	11	9	6	14	11	9	8	5	12	9	7	6	4	10	7	6	5		1,9
	2,0	14	11	10	8	6	13	10	9	7	5	11	8	7	6	4	9	7	6	4		2,0
	2,1	13	10	9	8	5	12	9	8	7	5	10	8	6	5	3	8	6	5	4		2,1
	2,2	12	10	8	7	5	11	9	7	6	4	9	7	6	5		8	6	5	4		2,2
	2,3	11	9	8	7	5	10	8	7	6	4	9	7	6	5		7	5	5	4		2,3
	2,4	11	9	8	6	5	10	8	7	6	4	8	6	5	4		7	5	4	4		2,4
	2,5	10	8	7	6	4	9	7	6	5	4	8	6	5	4		6	5	4	3		2,5
	3,0	8	6	6	5	4	7	6	5	4	3	6	5	4	4		5	4	3			3,0
	3,5	6	5	5	4	3	6	5	4	4		5	4	4	3		4	3				3,5
	4,0	6	5	4	4		5	4	4	3		4	3	4			4					4,0

2.21.13. Determinarea numărului de măsurători necesare pentru aplicarea testului χ^2 la compararea varianței

Tabelul indică valorile maxime ale raportului $R = \left(\frac{s_1^2}{\sigma_1^2}\right)$ în funcție de numărul gradelor de libertate *g.l.*, în condițiile α și β.

Exemplu. Se caută o nouă metodă de analiză, mai rapidă și care să nu dea o imprecizie prea mare față de vechea metodă, avînd varianța σ^2. Se fixează această imprecizie la de 3 ori σ^2 deci $R = \frac{s_1^2}{\sigma_1^2} = 3$. Se fixează $\alpha = 0{,}01$, iar $\beta = 0{,}05$ deci testul de semnificație se face la nivelul 0,01, iar riscul de a nu detecta această variație este de 0,05. Se vor face atîtea analize duble (prin vechea și noua metodă) cîte rezultă din numărul gradelor de libertate corespunzătoare lui $\alpha = 0{,}01$, $\beta = 0{,}05$ și $R = 3$.

Se obține: pentru 24 grade de libertate $R = 3{,}104$, iar pentru 30 grade de libertate $R = 2{,}752$, deci prin interpolare se deduce că va fi nevoie de circa 25 de analize paralele pentru a se îndeplini condițiile cerute.

3.21.13

g·l	α = 0,01				α = 0,05			
	β = 0,01	β = 0,05	β = 0,1	β = 0,5	β = 0,01	β = 0,05	β = 0,1	β = 0,5
1	42240	1687	420,2	14,58	24450	977,0	243,3	8,444
2	458,2	89,78	43,71	6,644	298,1	58,40	28,43	4,322
3	98,79	32,24	19,41	4,795	68,05	22,21	13,37	3,303
4	44,69	18,68	12,48	3,955	31,93	13,35	8,920	2,826
5	27,22	13,17	9,369	3,467	19,97	9,665	6,875	2,544
6	19,28	10,28	7,628	3,144	14,44	7,699	5,713	2,354
7	14,91	8,524	6,521	2,911	11,35	6,491	4,965	2,217
8	12,20	7,352	5,757	2,736	9,418	5,675	4,444	2,112
9	10,38	6,516	5,198	2,597	8,103	5,088	4,059	2,023
10	9,072	5,890	4,770	2,484	7,156	4,646	3,763	1,960
12	7,343	5,017	4,159	2,312	5,889	4,023	3,335	1,854
15	5,847	4,211	3,578	2,132	4,780	3,442	2,925	1,743
20	4,548	3,462	3,019	1,943	3,802	2,895	2,524	1,624
24	3,959	3,104	2,745	1,842	3,354	2,630	2,326	1,560
30	3,403	2,752	2,471	1,735	2,927	2,367	2,125	1,492
40	2,874	2,403	2,192	1,619	2,516	2,103	1,919	1,418
60	2,358	2,046	1,902	1,490	2,110	1,831	1,702	1,333
120	1,829	1,661	1,580	1,332	1,686	1,532	1,457	1,228
∞	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

2.21.14. Schema de calcul a analizei varianţei pentru un factor, intro- singură etapă

Cauze de variaţie	Suma pătratelor	Grade da libertate	Varianţe (pătrate medii)	Componentele varianţei
Între clase	$S_c - T$	$a - 1$	$\dfrac{S_c - T}{a - 1} = s_c^2$	$\sigma_0^2 + m\sigma_c^2$
În cazul claselor (reproductibilitatea)	$S_1 - S_c$	$am - a$	$\dfrac{S_1 - S_c}{am - a} = s_0^2$	σ_0^2
Total	$S_1 - T$	$am - 1$		

în care: a este numărul de clase;

m — numărul de măsurători într-o clasă (replicări);

S_c — $\dfrac{\text{suma pătratelor pe clase de măsurători}}{\text{numărul de măsurători în fiecare clasă}}$;

S_1 — suma pătratelor măsurătorilor individuale;

T — $\dfrac{\text{pătratul sumei totale a măsurătorilor}}{\text{numărul total de măsurători}}$.

Orice măsurătoare individuală deviază de la valoarea reală cu o mărime funcție de varianța totală, care în cazul de față este suma a două varianțe. Una este aceea datorită diferențelor între clase, fie din cauza tratamentului diferit aplicat, fie din erorile de selectare a probelor și are expresia σ_c^2, iar cealaltă este varianța erorii de reproductibilitate σ_0 care face ca orice măsurătoare executată chiar în condiții analoge să nu fie total reproductibilă. Întrucît se fac mai multe probe m în paralel, varianța medie a erorii este $\frac{\sigma_0^2}{m}$ și deci estimarea varianței totale va fi:

$$\frac{\sum_{i=1}^{m} (\bar{x}_i - \bar{x}_T)^2}{m-1} \simeq \frac{\sigma_0^2}{m} + \sigma_c^2 \tag{1}$$

în care apare suma patratelor diferențelor între media unei clase $\bar{x}_i$ și media generală a tuturor măsurătorilor $\bar{x}_T$.

Analiza varianței este tehnica de a decela valorile componentelor varianței totale fie în vederea stabilirii căilor de micșorare a lor pentru mărirea preciziei, fie pentru a se stabili dacă influența unui factor variat intenționat este semnificativă sau este acoperită de fluctuația normală.

Pentru aceasta se aplică testul F estimărilor din măsurătorile respective ale varianțelor, adică pentru cazul de față se face raportul:

$$F = \frac{s_c^2}{s_0^2} \simeq \frac{m\sigma_c^2 + \sigma_0^2}{\sigma_0^2} \tag{2}$$

și dacă acesta este nesemnificativ rezultă că $\sigma_c^2 = 0$, clasele nu diferă între ele, deci factorul care a fost eventual variat pentru a le diferenția nu are o influență notabilă.

Semnificativitatea lui F se stabilește prin comparația valorii calculate conform formulei (2) cu valoarea rezultată din tabelul 2.21.8 pentru gradele de libertate corespunzătoare.

Dacă valoarea lui F calculată este mai mare decît valoarea corespunzătoare din tabele pentru nivelul de semnificație ales α și la numărul de grade de libertate corespunzător, atunci se poate spune greșind numai 100 α % că diferențele sînt semnificative statistic.

Mediile respective sînt diferite dacă diferențele între ele sînt egale sau mai mari decît $t \cdot s_0 \sqrt{\frac{2}{m}}$, în care t este valoarea care se obține din tabelul 2.21.5 pentru probabilitatea $100\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)$ și gradele de libertate corespunzînd lui σ_0^2.

Exemplu. Determinarea concentrației unui component într-un amestec a fost efectuată în trei laboratoare diferite. Se cere să se stabilească dacă cele trei laboratoare nu dau rezultate semnificativ deosebite și deci dacă se poate face o medie avînd astfel o apropiere mai mare de rezultatul real. Calculele se vor face pentru α = 0,01.

Clasa	Replicarea					Media	Total codificat
	1	2	3	4	5		
Laboratorul I	76,4/6,4	76,8/6,8	75,8/5,8	77,0/7,0	76,1/6,1	76,4/6,4	32,1
Laboratorul II	77,6/7,6	76,3/6,3	77,6/7,6	77,6/7,6	76,3/6,3	77,0/7,0	35,2
Laboratorul III	73,2/3,2	74,8/4,8	74,9/4,9	75,1/5,1	74,3/4,3	74,4/4,4	22,3

Pentru simplificare se codifică tabelul scăzînd din toate măsurătorile valoarea 70,0 (lucru care nu afectează calculul).

Metoda a III-a dă rezultate mai mici decît celelalte două; pentru a vedea dacă aceasta provine dintr-o diferenţă sistematică se face analiza varianţei.

Se calculează:

$$T = \frac{(6{,}4 + 6{,}8 \ldots + 5{,}1 + 4{,}3)^2}{15} = \frac{89{,}6^2}{15} = \frac{8028}{15} = 533{,}2$$

$$S_i = 6{,}4^2 + 6{,}8^2 + \ldots + 5{,}1^2 + 4{,}3^2 = 558{,}50$$

$$S_c = \frac{(6{,}4 + 6{,}8 + \ldots 6{,}1)^2 + (7{,}6 + 6{,}3 + \ldots + 6{,}3)^2 + (3{,}2 + 4{,}8 + \ldots 4{,}3)^2}{5} =$$

$$= \frac{32{,}1^2 + 35{,}2^2 + 22{,}3^2}{5} = \frac{2766{,}74}{5} = 553{,}32.$$

Se scrie tabloul analizei varianţei

Cauze de variaţie	Suma pătratelor	Grade de libertate	Varianţe	Componentele varianţei
Între laboratoare	553,32 — 533,2 20,12	2	10,06	$\sigma_0^2 + m\sigma_c^2$
În cadrul aceluiaşi laborator (eroarea sau rezidualul)	558,50 — 553,32 5,18	12	0,431	σ_0^2
Total	558,50 — 533,2 25,30	14	1,80	

$$F = \frac{10{,}06}{0{,}431} = 23{,}3$$

În tabelul 2.21.8 pentru 2 şi 12 grade libertate valoarea pentru nivelul de semnificaţie de 0,01 este de 6,93. Se poate afirma cu riscul de a greşi 1% că diferenţele între laboratoare sînt semnificative şi deci nu se poate face o medie globală.

Diferenţa minimă semnificativă este pentru $t_{99.5;12} = 3{,}06$

$$3{,}06\sqrt{0{,}4310}\sqrt{\frac{2}{5}} = 1{,}26$$

Între laboratorul I (media 76,4) şi II (77,0) nu este o diferenţă semnificativă, dar laboratorul III (74,4) dă valori sistematic inferioare celorlalte două.

De asemenea se poate spune că $\sigma_0^2 = 0{,}431$, iar $\sigma_c^2 = \frac{10{,}06 - 0{,}431}{5} = \frac{9{,}629}{5} \simeq 2.$

Observaţie. În cazul cînd clasele diferă între ele nu prin variaţia intenţionată a unui factor ci sînt probe selectate diferit, analiza varianţei arată că pentru caracterizare este întotdeauna mai eficace un număr mai mic de măsurători paralele asupra unui număr mai mare de probe decît invers. Aceasta înseamnă că pentru caracterizarea unei şarje mari este mai corect să se ia mai multe probe analizate fiecare o singură dată decît mai puţine probe analizate de mai multe ori.

2.21.15. Schema de calcul a analizei varianței pentru un factor, în două etape

Cauze de variație	Suma pătratelor	Grade de libertate	Variante (pătrate medii)	Componentele varianței
Între clase	$S_c - T$	$a - 1$	$\dfrac{S_c - T}{a - 1}$	$m_1 m_2 \sigma_c^2 + m_2 \sigma_1^2 + \sigma_0^2$
Între replicări de ordinul I	$S_2 - S_c$	$a(m_1 - 1)$	$\dfrac{S_2 - S_c}{a(m_1 - 1)}$	$m_2 \sigma_1^2 + \sigma_0^2$
Între replicări de ordinul II ((reproductibilitate)	$S_1 - S_2$	$am_1(m_2 - 1)$	$\dfrac{S_1 - S_2}{am_1(m_2 - 1)}$	σ_0^2
Total	$S_1 - T$	$am_1 m_2 - 1$	$\dfrac{S_1 - T}{am_1 m_2 - 1}$	

m_1 este număr de subclase sau replicări de ordinul I;
m_2 — număr de replicări în fiecare subclasă, sau replicări de ordinul II
S_2 — $\dfrac{\text{suma pătratelor sumelor măsurătorilor fiecărui bloc de ordinul II}}{\text{numărul de măsurători în fiecare bloc de ordinul II}}$.
Ceilalți termeni au semnificațiile din tabelul 2.21.14.

Mediile sînt diferite dacă diferențele între ele sînt mai mari sau egale cu $ts_0 \cdot \sqrt{\dfrac{m_i + m_j}{m_i m_j}}$ în care m_i și m_j sînt numărul de măsurători din care s-a obținut mediile, t și s_0 au aceleași semnificații ca în 2.21.14.

Exemplu. Pentru mărirea preciziei, determinările făcute în exemplul de la tabelul 2.21.14 au fost refăcute de încă un analist obținîndu-se următoarele rezultate, codificate prin scăderea lui 70,0 din fiecare valoare:

Clasa	Analist	Replicări					Media analist	Suma ord. II	Media pe laborator	Suma ord. I
		1	2	3	4	5				
Laboratorul I	I_1	6,4	6,8	5,8	7,0	6,1	6,4	32,1	6,35	63,6
	I_2	6,2	6,9	6,2	6,4	5,8	6,3	31,5		
Laboratorul II	II_1	7,6	6,3	7,4	7,6	6,3	7,0	35,2	6,90	69,2
	II_2	7,0	6,8	6,8	6,5	6,9	6,8	34,0		
Laboratorul III	III_1	3,2	4,8	4,9	5,1	4,3	4,4	22,3	4,3	43,1
	III_2	3,7	4,7	3,8	4,2	4,4	4,2	20,8		
										175,9

$$T = \frac{175,9^2}{30} = 1031,36$$

$$S_1 = 6,4^2 + \ldots 4,2^2 = 1076,15$$

$$S_c = \frac{63,6^2 + 69,2^2 + 43,1^2}{10} = \frac{4044,96 + 4788,64 + 1857,61}{10} = 1069,121$$

$$S_2 = \frac{32,1^2 + 31,5^2 + \ldots 22,3^2 + 20,8^2}{5} =$$

$$= \frac{1030,41 + 992,25 + 1239,04 + 1156 + 497,29 + 432,64}{5} = \frac{5347,63}{5} = 1069,526$$

Deci tabelul cu analiza varianţei va avea forma:

Cauze de variaţie	Suma pătratelor	Grade de libertate	Varianţe (pătrate medii)	Componentele varianţei
Între laboratoare	$S_c - T$ 37,761	2	18,880	$10\,\sigma_2^2 + 5\,\sigma_1^2 + \sigma_0^2$
Între analiştii aceluiaşi laborator	$S_2 - S_c$ 0,405	3 } 27	0,131 } 0,26	$5\,\sigma_1^2 + \sigma_0^2$
Rezidual	$S_1 - S_2$ 6,624	24	0,277	σ_0^2
Total	$S_1 - T$ 44,79	29		

$F_1 = \dfrac{0,131}{0,277} < 1$, deci nu există probe că diferenţele apărute sînt datorate analiştilor.

În acest caz rezultă că $\sigma_1^2 = 0$ deci se poate neglija această influenţă şi se pot aduna suma pătratelor şi gradele de libertate şi calcula o varianţă globală.

Se încearcă acum dacă diferenţa este datorată laboratorului:

$$F_2 = \frac{18,88}{0,26} \simeq 72,5 \text{ (0,26 este varianţa globală).}$$

Valoarea lui F maxim pentru 2 şi 27 grade de libertate la un nivel de semnificaţie de 0,05 este 3,35, deci cu riscul de a greşi 1 din 20 se poate spune că laboratoarele dau diferenţe semnificative.

Întrucît mediile laboratoarelor I şi II sînt foarte apropiate şi nu ele pot da diferenţe semnificative, se face o medie:

$$\frac{76,35 + 76,90}{2} = 76,62$$

iar diferenţa sistematică pe care o dă laboratorul III este dată de relaţia (1)

$$74,3 - 76,62 \pm ts_0 \cdot \sqrt{\frac{m_i + m_j}{m_i m_j}}$$

în care m_i este numărul de măsurători din care s-a obţinut media 74,3 (10) şi m_j corespunzător lui 76,62 (20).

t este coeficientul Student luat pentru o probabilitate de 0,975 şi 27 grade de libertate (din 2.21.5).

$s_0 = 0,26$ (estimarea lui $5\ \sigma_1^2 + \sigma_0^2$ în care s-a văzut că $\sigma_1^2 = 0$)

$$2,32 \pm 2,05 \cdot \sqrt{0,26} \cdot \sqrt{\frac{30}{200}} = 2,32 \pm 2,05 \cdot 0,51 \cdot 0,385 = 2,32 \pm 0,403$$

Se poate deci spune cu riscul de a greşi, numai 1 din 20, că laboratorul III dă o diferenţă sistematică faţă de celelalte două de minimum 1,92 unităţi (2,32 — 0,40).

Un alt tip de probleme care se poate rezolva după această schemă este aceea a studiului unei metode analitice noi, prin care să se poată stabili:

— eroarea experimentală caracterizînd diferenţele pe care le poate da metoda prin aplicare, în laboratoare diferite (laboratoare = clase);

— eroarea experimentală caracterizînd variaţia în timp a rezultatelor în cadrul fiecărui laborator (replicări de ordinul I);

— eroarea de reproductibilitate (replicări de ordinul II).

2.21.16. Schema de calcul a analizei varianţei pentru un factor, în trei etape

Cauze de variaţie	Suma pătratelor	Grade de libertate	Varianţe (pătrate medii)	Componentele varianţei
Între clase	$S_c - T$	$a - 1$	$\frac{S_c - T}{a - 1}$	$m_1m_2m_3\sigma_a^2 + m_2m_3\ \sigma_1^2 + m_3\sigma_2^2 + \sigma_0^2$
Între replicările de ordinul I	$S_2 - S_c$	$a\ (m_1 - 1)$	$\frac{S_2 - S_c}{a(m_1 - 1)}$	$m_2m_3\ \sigma_1^2 + m_3\ \sigma_2^2 + \sigma_0^2$
Între replicările de ordinul II	$S_3 - S_2$	$am_1\ (m_2 - 1)$	$\frac{S_3 - S_2}{am_1(m_2 - 1)}$	$m_3\ \sigma_2^2 + \sigma_0^2$
Între replicările de ordinul III (reproductibilitatea)	$S_1 - S_3$	$am_1m_2(m_3 - 1)$	$\frac{S_1 - S_3}{am_1m_2(m_3 - 1)}$	σ_0^2
Total	$S_1 - T$	$am_1m_2m_3 - 1$		

m_3 este numărul de subclase sau replicări de ordinul III;

$$S_3 - \frac{\text{suma pătratelor sumelor măsurătorilor din fiecare bloc de ordinul III}}{\text{numărul măsurătorilor în fiecare bloc de ordinul III}}$$

Ceilalţi termeni au semnificaţiile din tabelele 2.21.14 şi 2.21.15.

Exemplul 1. Pentru compararea a două amestecuri de reacţie obţinute în condiţii deosebite, cîte trei probe din fiecare au fost împărţite în două probe paralele care au fost degazate separat şi au fost analizate de două ori. Se cere să se stabilească dacă există o diferenţă semnificativă între cele două amestecuri:

Amestecuri	Proba	Degazare	Analize		Sumele ord. III	Sumele ord. II	Sumele ord. I
			I	II			
A	A_1	1	1,00	0,95	1,95	4,11	12,27
		2	1,01	1,15	2,16		
	A_2	1	1,11	1,02	2,13	4,13	
		2	1,08	0,94	2,00		
	A_3	1	1,11	1,17	2,28	4,03	
		2	0,84	0,91	1,75		
B	B_1	1	0,75	0,65	1,58	3,70	11,69
		2	1,03	1,09	2,12		
	B_2	1	1,03	1,00	2,03	3,95	
		2	0,95	0,99	1,92		
	B_3	1	0,85	0,94	1,79	4,04	
		2	1,10	1,15	2,25		

$$S_1 = 1{,}00^2 + 0{,}95^2 + \ldots 1{,}10^2 + 1{,}15^2 = 24{,}18;$$

$$T = \frac{23{,}96^2}{24} = \frac{574{,}082}{24} = 23{,}92;$$

$$S_c = \frac{12{,}27^2 + 11{,}69^2}{12} = \frac{287{,}21}{12} = 23{,}93;$$

$$S_2 = \frac{4{,}11^2 + 4{,}13^2 + 4{,}03^2 + 3{,}7^2 + 3{,}95^2 + 4{,}04^2}{4} =$$

$$= \frac{16{,}89 + 17{,}06 + 16{,}24 + 13{,}69 + 15{,}60 + 16{,}32}{4} = \frac{95{,}80}{4} = 23{,}95$$

$$S_3 = \frac{1{,}95^2 + 2{,}16^2 + \ldots 1{,}79^2 + 2{,}25^2}{2} = \frac{48{,}32}{2} = 24{,}16$$

Tabelul devine:

Cauze de variație	Suma pătratelor	Grade de libertate	Varianțe (pătrate medii)	Componentele varianței
Între amestecuri	$Sc - T$ 0,01	1	0,01	$12\sigma_c^2 + 4\sigma_1^2 +$ $+ 2\sigma_2^2 + \sigma_0^2$
Între probe	$S_2 - S_c$ 0,02	4 } 10	0,005 } 0,023	$4\sigma_1^2 + 2\sigma_2^2 + \sigma_0^2$
Între degazări	$S_3 - S_2$ 0,21	6	0,035	$2\sigma_2^2 + \sigma_0^2$
Rezidual	$S_1 - S_3$ 0,02	12	0,001	σ_0^2
Total	$S_1 - T$ 0,26	23		

Valoarea lui F pentru degazări este $\frac{0{,}035}{0{,}001} = 35$, mai mare decît valoarea lui F din tabelul 2.21.8 pentru 6 și 12 grade de libertate și 0,05 (3,00); deci efectul degazărilor este semnificativ.

Valoarea lui F pentru diferența între probe este $\frac{0{,}005}{0{,}035} < 1$, deci nesemnificativ; diferențele dintre probe sînt întîmplătoare, σ_1^2 se poate anula.

Valoarea lui F pentru diferența între amestecuri este $\frac{0{,}01}{0{,}023} < 1$, deci nesemnificativ.

Concluzia este că nu există suficiente motive să se considere că cele două amestecuri de reacție sînt diferite, în afară de cazul cînd efectul diferenței este acoperit de marea variabilitate pe care o introduc degazările. Pentru a detecta acest lucru, trebuie fie îmbunătățită degazarea pentru a fi mai reproductibilă, fie mărit numărul de replicări.

Cea mai importantă aplicare a acestui tip de schemă este la studiul repartiției erorilor pe diversele etape ale unei analize mai complexe (de exemplu la analiza spectrelor de emisie sub forma erorilor datorite fotometriei, neomogenității plăcii fotografice, instabilității proceselor de excitație, developării etc.).

Exemplul 2. Analiza spectrochimică a unor probe de silicați în soluție apoasă trebuie să conțină următoarele etape:

— studiul de reproductibilitate legat de dizolvarea probei; pentru aceasta se dizolvă mai multe probe cîntărite din aceeași probă inițială (rezultatele se înregistrează în tabel drept clase);

— studiul efectului acidității asupra rezultatelor analizei spectrochimice; pentru aceasta fiecare din soluțiile obținute în prima etapă este împărțită într-un număr de probe și în fiecare din ele se variază *p*H-ul (rezultatele sînt considerate replicări de ordinul I);

— studiul factorului timp (întrucît nu toate soluțiile sînt apte a li se face analiza imediat după preparare, ci după un timp); pentru aceasta soluțiile obținute în a doua etapă de investigații sînt împărțite în mai multe grupe care sînt supuse analizei spectrochimice după diverse intervale de timp (replicări de ordinul II);

— studiul reproductibilității; pentru aceasta, probelor de la ordinul II li se fac cel puțin două analize paralele (ordinul III).

Față de metoda clasică în care se fac încercări de reproductibilitate separat pe fiecare etapă, schema de mai înainte permite să se tragă maximum de concluzii.

Observație. Dacă apar mai multe ordine se calculează $S_4, S_5 \ldots S_i$ și $m_4, m_5 \ldots m_i$ analog cu S_3 și m_3.

2.21.17. Schema de calcul a analizei varianței pentru studiul a doi factori cu replicări

Cauze de variație	Suma pătratelor	Grade de libertate	Varianțe (pătrate medii)	Componentele varianței
Între clasele A (șiruri)	$S_a - T$	$a - 1$		$bm\sigma_a^2 + m\sigma_{ab}^2 + \sigma_0^2$
Între clasele B (coloane)	$S_b - T$	$b - 1$		$am\sigma_b^2 + m\sigma_{ab}^2 + \sigma_0^2$
Interacțiunea $A \times B$	$S_{ab} + T - S_a - S_b$	$(a - 1)\ (b - 1)$		$m\sigma_{ab}^2 + \sigma_0^2$
Rezidual (reproductibilitatea)	$S_1 - S_{ab}$	$ab\,(m - 1)$	s_0^2	σ_0^2
Total	$S_1 - T$	$abm - 1$		

în care: b este numărul de măsurători în clasa B;

m — numărul de replicări;

S_a şi S_b sînt echivalentul lui S_c din tabelele anterioare, adică raportul dintre suma pătratelor sumelor pe clase de măsurători şi numărul de măsurători în fiecare clasă;

$$S_{ab} = \frac{\text{suma pătratelor tuturor replicărilor dintr-un bloc}}{\text{numărul de măsurători în fiecare bloc}}$$ este termenul care exprimă interacţiunea între cei doi factori. Ceilalţi termeni au definiţiile cunoscute sau deductibile prin analogie.

În acest tip de schemă se ţine seama de faptul că între cei doi factori pot apare interacţiuni, adică efecte suplimentare provocate de variaţia simultană a acestora.

Exemplul 1. Pentru a se studia influenţa temperaturii şi a tipului de catalizator asupra mersului unei reacţii s-au făcut cîte două experimentări pentru fiecare temperatură şi tip de catalizator obţinîndu-se următoarele valori ale conversiei prezentate sub formă codificată:

Catalizatorul	Temperatura									Suma
	50°C			60°C			70°C			
I	0,6	2,0	1,4	2,2	4,8	2,6	2,7	5,4	2,7	12,2
II	3,4	7,2	3,8	4,8	9,6	4,8	5,4	11,0	5,6	27,8
III	1,4	3,2	1,8	2,5	5,2	2,7	2,6	3,6	3,0	14,0
IV	0,8	2,2	1,4	2,3	4,8	2,5	3,4	6,6	3,2	13,6
Total		14,6			24,4			28,6		67,6

Se cere să se stabilească dacă diferenţele de comportare care apar sînt semnificative sau nu.

Se calculează:

$$S_1 = 0{,}6^2 + 1{,}4^2 + \ldots + 3{,}4^2 + 3{,}2^2 = 231{,}54$$

$$T = \frac{67{,}6^2}{24} = \frac{4569{,}76}{24} = 190{,}41$$

$$S_c = \frac{12{,}2^2 + 27{,}8^2 + 14{,}0^2 + 13{,}6^2}{6} = \frac{772{,}84 + 148{,}84 + 196{,}00 + 184{,}96}{6} =$$

$$= \frac{1302{,}64}{6} = 217{,}11$$

$$S_t = \frac{14{,}6^2 + 24{,}4^2 + 28{,}6}{8} = \frac{595{,}36 + 817{,}96 + 213{,}16}{8} = \frac{1626{,}48}{9} = 203{,}31$$

$$S_{tc} = \frac{2{,}0^2 + 4{,}8^2 + \ldots + 4{,}8^2 + 6{,}6^2}{2} = \frac{461{,}28}{2} = 230{,}64$$

Tabelul cu analiza varianței arată astfel:

Cauze de variație	Suma pătratelor	Grade de libertate	Varianțe (pătrate medii)	Componentele varianței
Între catalizatori	$S_c - T$ 26,70	3	8,90	$6\sigma_c^2 + 2\sigma_{tc}^2 + \sigma_0^2$
Între temperaturi	$S_t - T$ 12,90	2	6,45	$8\sigma_t^2 + 2\sigma_{tc}^2 + \sigma_0^2$
Interacțiunea — temperatură — catalizator	$S_{tc} + T - S_c - S_t$ 0,63	6 } 18	0,105 } 0,085	$2\sigma_{tc}^2 + \sigma_0^2$
Rezidual	$S_1 - S_{tc}$ 0,90	12	0,08	σ_0^2
Total	$S_1 - T$ 41,13	23		

Valoarea lui F pentru interacțiune (prima care se calculează) este $\frac{0{,}105}{0{,}08} = 1{,}3$, inferioară, valorii 3,00 din tabelul 2.21.8 pentru nivelul de semnificație de 0,05, 6 și 12 grade de libertate, deci interacțiunea nu este semnificativă față de variația erorii. Se poate deci anula termenul σ_{tc}^2 și cumula suma patratelor și gradelor de libertate.

Calculele vor continua astfel:

— Valoarea lui F pentru variația temperaturii este $\frac{6{,}45}{0{,}085} = 76$, mai mare ca 3,55 pentru 12 și 18 grade de libertate.

— Valoarea lui F pentru variația catalizatorilor este $= \frac{8{,}90}{0{,}085} = 105$, valoare ce depășește pe cea din tabele pentru 0,05 și 18 grade de libertate, adică 3,16.

Se poate spune cu un risc de a greși de 5% că ambele efecte sînt semnificative și că diferența este dată de acel catalizator care prezintă o diferență de la media celor 6 măsurători egală sau mai mare decît:

$$ts_0 \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}} = 2{,}10 \sqrt{0{,}085} \cdot \sqrt{\frac{12}{36}} = 2{,}10 \cdot 0{,}89 \cdot 0{,}58 = 0{,}35$$

2,10 fiind t din tabelul 2.21.5 pentru 0,975 și 18 grade de libertate) sau refe$_{\mathrm{r6}}$ndu-se la uma din tabela codificată, de acel catalizator care dă o diferență de cel puțin $_{\mathrm{u}}$ · 0,355 = = 2,12. Se vede că suma catalizatorului II (27,8) depășește pe toate celelalte c minimum cantitatea de mai înainte. Rezultă că în condițiile experiențelor catalizatorul II diferă semnificativ de ceilalți, diferențele între ceilalți putînd apare din cauze întîmplătoare.

În ceea ce privește temperatura, făcînd sumele pe verticală, se constată că suma pentru 50°C (14,6) este diferită de cea pentru 60°C (24,4) cu mult mai mult de 8 · 0,35 = 2,82, deci diferă semnificativ de aceasta.

În cazul cînd interacțiunea are un efect semnificativ, deci σ_{tc} diferă de zero, varianțele temperaturii și tipului de catalizator se compară cu estimarea varianței interacțiunii.

O schemă simplificată care nu necesită replicări și în care $m = 1$, termenul de interacțiune și σ_{tc}^2 dispar, iar rezidualul are suma pătratelor $S_1 + T - S_a - S_b$ cu $(a - 1)$ $(b - 1)$ grade de libertate poate fi folosită pentru cazul a doi factori absolut independenți. În acest caz eventuala interacțiune este înglobată în rezidual și nu mai este detectată.

Importanța lipsei efectului de interacțiune este că nu necesită decît o singură probă la fiecare nivel de replicări.

Exemplul 2. Cea mai importantă aplicație a acestei scheme este analiza rezultatelor unei programări factoriale de tipul 2^2 pe baza unui model de regresie corespunzător. În acest caz în locul diferențelor între măsurători și mediile lor, apar diferențele față de valorile corespunzătoare modelului de regresie ales.

2.21.18. Schema de calcul a analizei varianței pentru trei factori

Cauze de variație	Suma pătratelor	Grade de libertate	Varianțe (pătrate medii)	Componentele varianței
Între clasele A	$S_a - T$	$a - 1$	$\frac{S_a - T}{a - 1}$	$bc\sigma_a^2 + b\sigma_{ac}^2 +$ $+ c\sigma_{ab}^2 + \sigma_0^2$
Între clasele B	$S_b - T$	$b - 1$	$\frac{S_b - T}{a - 1}$	$ac\sigma_b^2 + a\sigma_{bc}^2 +$ $+ c\sigma_{ab}^2 + \sigma_0^2$
Între clasele C	$S_c - T$	$c - 1$	$\frac{S_c - T}{c - 1}$	$ab\sigma_c^2 + a\sigma_{bc}^2 +$ $+ b\sigma_{ac}^2 + \sigma_0^2$
Interacțiunea $A \times B$	$S_{ab} + T - S_a -$ $- S_b$	$(a - 1)\ (b - 1)$	corespunzătoare	$c\sigma_{ab}^2 + \sigma_0^2$
Interacțiunea $B \times C$	$S_{bc} + T - S_b -$ $- S_c$	$(b - 1)\ (c - 1)$	corespunzătoare	$a\sigma_{bc}^2 + \sigma_0^2$
Interacțiunea $C \times A$	$S_{ac} + T - S_c - S_a$	$(c - 1)\ (a - 1)$	corespunzătoare	$b\sigma_{ac}^2 + \sigma_0^2$
Rezidual	$S_1 - T - (S_{ab} +$ $+ S_{bc} + S_{ac} -$ $- S_a - S_b - S_c)$	$(a - 1)\ (b - 1)$ $(c - 1)$	corespunzătoare	σ_0^2
Total	$S_1 - T$	$abc - 1$		

S_c se definește la fel ca S_a și S_b din tabelul 2.21.17;

S_{bc} și S_{ac} se definesc analog cu S_{ab} din același tabel, iar c este numărul de măsurători în clasa C.

Modul de rezolvare constă în întocmirea a trei tabele separate (luîndu-se variabilele două cîte două) din care apoi se calculează tabelul general.

Exemplu. Această schemă de calcul derivă din cea folosită pentru doi factori cu replicări, dacă se consideră, de exemplu, că replicările sînt de fapt măsurători independente rezultate din încercări în două condiții diferite.

Tipul de problemă este următorul: pentru patru tipuri de catalizator s-a făcut cîte o probă într-o instalație de laborator și într-o instalație pilot la trei temperaturi. Se cere să se stabilească dacă diferențele ce apar sînt semnificative.

Se dă tabelul valorilor inițiale în formă codificată

Catali-zatorul	Temperatura, °C					
	50		60		70	
	Pilot	Laborator	Pilot	Laborator	Pilot	Laborator
I	0,6	1,4	2,2	2,6	2,7	2,7
II	3,4	3,8	4,8	4,8	5,4	5,6
III	1,4	1,8	2,5	2,7	2,6	3,0
IV	0,8	1,4	2,3	2,5	2,3	3,2

I. Careul catalizator — temperatură

Catalizatorul	Temperatura, °C			
	50	60	70	Suma
I	2,0	4,8	5,4	12,2
II	7,2	9,6	11,0	27,8
III	3,2	5,2	5,6	14,0
IV	2,2	4,8	6,6	13,6
	14,6	24,4	28,6	67,6

$$S_{c-t} = \frac{2^2 + 4,8^2 + \ldots 6,6^2}{2} = 230,64$$

Numitorul este 2 pentru că la fiecare grup catalizator — temperatură sînt două determinări (cîte una pentru fiecare instalație):

$$S_c = \frac{12,2^2 + 27,8^2 + 14,0^2 + 13,6^2}{6} = 217,11$$

$$S_t = \frac{14,6^2 + 24,4^2 + 28,6^2}{8} = 203,31$$

II. Careul catalizator — instalație

Catalizatorul	Instalația		Suma
	Pilot	Laborator	
I	5,5	6,7	12,2
II	13,6	14,2	27,8
III	6,5	7,5	14,0
IV	6,5	7,1	13,6
	32,1	35,5	67,6

$$S_{c-i} = \frac{5{,}5^2 + 6{,}7^2 \ldots 6{,}5^2 + 7{,}1^2}{3} = \frac{652{,}90}{3} = 217{,}63$$

(Se împarte la 3, fiind 3 temperaturi).

$$S_i = \frac{32{,}1^2 + 35{,}5^2}{12} = \frac{1030{,}41 + 1260{,}25}{12} = \frac{2290{,}66}{12} = 190{,}88$$

(Se împarte la 12 = 4 catalizatori × 3 temperaturi).

III. Careul temperatură — instalație

Temperatura °C	Instalația		Suma
	Pilot	Laborator	
50	6,2	8,4	14,6
60	11,8	12,6	24,4
70	14,1	14,5	28,6
	32,1	35,5	67,6

$$S_{t-i} = \frac{6{,}2^2 + 8{,}4^2 + \ldots 14{,}1^2 + 14{,}5^2}{4} = \frac{816{,}06}{4} = 204{,}015$$

(Se împarte la 4 fiind patru tipuri de catalizator).

Din tabelul inițial se obține:

$$S_1 = 0{,}6^2 + 1.4^2 + 2{,}2^2 + \ldots 2{,}5^2 + 3{,}4^2 + 3{,}2^2 = 231{,}54;$$

$$T = \frac{67{,}6^2}{24} = 190{,}41$$

Tabelul centralizator va avea deci următorul aspect:

Cauze de variație	Suma pătratelor	g. l.	Varianțe	Componentele varianței
Între catalizatori	$S_c - T$ 217,11 — 190,41 = 26,70	3	8,9	$6\sigma_c^2 + 2\sigma_{c-t}^2 +$ $+ 3\sigma_{c-i}^2 + \sigma_0^2$
Între temperaturi	$S_t - T$ 203,31 — 190,41 = 12,90	2	6,45	$8\sigma_t^2 + 4\sigma_{t-i}^2 +$ $+ 2\sigma_{t-c}^2 + \sigma_0^2$
Între instalații	$S_i - T$ 190,88 — 190,41 = 0,47	1	0,47	$12\sigma_i^2 + 4\sigma_{i-t}^2 +$ $+ 3\sigma_{i-c}^2 + \sigma_0^2$

Cauze de variaţie	Suma pătratelor	g.l.		Varianţe		Componentele varianţei
Interacţiune $c \times t$	$S_{c-t} - S_c - S_t + T$ $230{,}64 + 190{,}41 -$ $- 217{,}11 - 203{,}31 = 0{,}63$	6		0,105		$2\sigma^2_{c-t} + \sigma^2_0$
Interacţiune $c \times i$	$S_{c-i} - S_c - S_i + T$ $217{,}63 + 190{,}41 -$ $- 217{,}11 - 190{,}88 =$ $= 0{,}05$	3		0,015		$4\sigma^2_{c-i} + \sigma^2_0$
Interacţiune $t \times i$	$S_{t-i} - S_t - S_i + T$ $204{,}02 + 190{,}41 -$ $- 203{,}31 - 190{,}88 =$ $= 0{,}24$	2	17	0,12	0,062	$3\sigma^2_{t-i} + \sigma^2_0$
Rezidual	$S_1 - T - S_{c-t} - S_{ci} -$ $- S_{t-i} + S_c + S_t +$ $+ S_i$ $231{,}54 - 190{,}41 -$ $- 230{,}64 - 217{,}63 -$ $- 204{,}02 + 217{,}11 +$ $+ 203{,}31 + 190{,}88 =$ $= 0{,}14$	6		0,02		σ^2_0
Total	$S_1 - T$ $231{,}54 - 190{,}41 = 41{,}13$	23				

Calculul lui F pentru interacţiuni este următorul:

Interacţiunea	F_{obs}	Grade de libertate	F(tabelul 2.21.8 la $\alpha = 0{,}01$)
Catalizator — temperatură	$\frac{0{,}105}{0{,}02} = 5{,}3$	6 cu 6	8,47
Temperatură — instalaţie	$\frac{0{,}12}{0{,}02} = 6$	2 cu 6	10,93
Catalizator — instalaţie	$\frac{0{,}015}{0{,}02} < 1$	3 cu 6	9,78

Rezultă că se poate greşi numai în 1 din 100 de cazuri dacă se consideră că interacţiunile nu au diferenţe semnificative şi deci σ^2_{i-c}, σ^2_{i-t}, şi σ^2_{i-c} pot fi neglijate, iar suma pătratelor şi gradele de libertate pot fi comasate.

Calculul pentru mărimile principale este următorul:

Mărimea	F_{obs}	g. l.	$F_{0,01}$
Catalizator	$8{,}9/0{,}06 = 143$	3 cu 17	5,19
Temperatură	$6{,}45/0{,}06 = 104$	2 cu 17	6,11
Instalaţie	$0{,}47/0{,}06 = 7{,}6$	1 cu 17	8,40

Se poate spune, deci, cu riscul de a greşi în 1 din 100 de cazuri că atît variaţiile catalizatorului, cît şi ale temperaturii duc la diferenţe semnificative, pe cînd diferenţa rezultatelor pe cele două instalaţii (pilot şi laborator) se datoreşte întîmplării.

2.21.19. Schema de calcul a analizei varianţei pentru trei factori cu cîte două replicări

Cauze de variaţie	Suma pătratelor	Grade de libertate	Varianţe (pătrate medii)	Componentele varianţei
Între clasele A	$S_a - T$	$a - 1$	$\dfrac{S_a - T}{a - 1}$	$mbc\sigma_a^2 + mb\sigma_{ac}^2 +$ $+ mc\sigma_{ab}^2 + m\sigma_{abc}^2 + \sigma_0^2$
Între clasele B	$S_b - T$	$b - 1$	$\dfrac{S_b - T}{b - 1}$	$mac\sigma_b^2 + ma\sigma_{bc}^2 +$ $+ mc\sigma_{ab}^2 + m\sigma_{abc}^2 + \sigma_0^2$
Între clasele C	$S_c - T$	$c - 1$	corespunzător	$mab\sigma_c^2 + ma\sigma_{bc}^2 +$ $+ mb\sigma_{ac}^2 + m\sigma_{abc}^2 + \sigma_0^2$
Interacţiunea AB	$S_{ab} + T - S_a - S_b$	$(a - 1)\ (b - 1)$	,,	$mc\sigma_{ab}^2 + m\sigma_{abc}^2 + \sigma_0^2$
Interacţiunea AC	$S_{ac} + T - S_a - S_c$	$(a - 1)\ (c - 1)$	,,	$ma\sigma_{bc}^2 + m\sigma_{abc}^2 + \sigma_0^2$
Interacţiunea BC	$S_{bc} + T - S_b - S_c$	$(b - 1)\ (c - 1))$	,,	$mb\sigma_{ac}^2 + m\sigma_{abc}^2 + \sigma_0^2$
Interacţiunea ABC	$S_{abc} + S_a + S_b +$ $+ S_c - S_{ab} -$ $- S_{ac} - S_{bc} - T$	$(a - 1)\ (b - 1) \times$ $\times (c - 1)$	,,	$m\sigma_{abc}^2 + \sigma_0^2$
Rezidual	$S_1 - S_{abc}$	$abc\ (m - 1)$	,,	σ_0^2
Total	$S_1 - T$	$abcm - 1$		

În tabel toate definiţiile sînt cunoscute sau deductibile în afară de:

$$S_{abc} = \frac{\text{suma pătratelor sumelor replicărilor din fiecare bloc}}{\text{numărul de replicări în fiecare bloc}}.$$

Exemplu. Într-o sinteză s-au folosit două tipuri de materie primă, raportul molar a fost ncercat la două valori, experienţele făcîndu-se pe două instalaţii diferite şi scoţîndu-se cîte louă probe în paralel pentru analiză.

Se cere să se stabilească dacă variaţia factorilor este semnificativă sau nu. În tabelul lat în continuare se dau sub formă codificată valorile parametrului de urmărire a reacţiei.

Acest tip de schemă este folosit pentru experiențele factoriale de tip 2^3 (variația a trei factori la două nivele) și avînd cîte două replicări, necesită $2 \cdot 2^3 = 16$ experiențe.

Materia primă	Instalația	Raportul molar *R*				Sumele		Total
		1/1		1,2/1		1/1	1,2/1	
A	I	1,5	1,7	2,0	2,2	3,2	4,2	7,4
	II	1,2	1,5	1,8	1,9	2,7	3,7	6,4
B	I	1,1	1,4	2,3	2,4	2,5	4,7	7,2
	II	0,9	1,0	1,7	1,9	1,9	3,6	5,5
Suma totală *A* + *B*								26,5
Suma totală *A*						5,9	7,9	13,8
Suma totală *B*						4,4	8,3	12,7
Suma *A* I + *B* I						5,7	8,9	14,6
Suma *A* II + *B* II						4,6	7,3	11,9
Suma totală		4,7	5,6	7,8	8,4			26,5
		10,3		16,2				

$$S_M = \frac{13{,}8^2 + 12{,}7^2}{8} = \frac{190{,}44 + 161{,}29}{8} = \frac{351{,}73}{8} = 43{,}96$$

$$S_I = \frac{14{,}6^2 + 11{,}9^2}{8} = \frac{213{,}16 + 141{,}61}{8} = \frac{354{,}77}{8} = 44{,}34$$

$$S_R = \frac{10{,}3^2 + 16{,}2^2}{8} = \frac{106{,}09 + 262{,}44}{8} = \frac{368{,}53}{8} = 46{,}06$$

$$S_{MI} = \frac{7{,}4^2 + 6{,}4^2 + 7{,}2^2 + 5{,}5^2}{4} = \frac{54{,}76 + 40{,}96 + 51{,}84 + 30{,}25}{4} = \frac{177{,}81}{4} = 44{,}45$$

$$S_{MR} = \frac{5{,}9^2 + 7{,}9^2 + 4{,}4^2 + 8{,}3^2}{4} = \frac{34{,}81 + 62{,}41 + 19{,}36 + 68{,}89}{4} = \frac{185{,}47}{4} = 46{,}36$$

$$S_{IR} = \frac{5{,}7^2 + 4{,}6^2 + 8{,}9^2 + 7{,}3^2}{4} = \frac{32{,}49 + 21{,}16 + 79{,}21 + 53{,}29}{4} = \frac{186{,}15}{4} = 46{,}53$$

$$S_1 = 1{,}5^2 + 1{,}7^2 + \ldots 1{,}7^2 + 1{,}9^2 = 47{,}05$$

$$T = \frac{26{,}5^2}{16} = \frac{702{,}25}{16} = 43{,}89$$

$$S_{MIR} = \frac{3{,}2^2 + 4{,}2^2 + \ldots 1{,}9^2 + 3{,}6^2}{2} = \frac{93{,}77}{2} = 46{,}88$$

Cu aceste date se formează tabelul analizei varianței:

Cauze de varianță	Suma pătratelor	Grade de libertate		Varianțe		Componentele varianței
Între materiile prime	$S_m - T$ 43,96 — 43,89	1		0,07		$4\sigma_M^2 + \sigma_\upsilon^2$
Între instalații	$S_1 - T$ 44,34 — 43,89	1		0,45		$4\sigma_i^2 + \sigma_\upsilon^2$
Între rapoartele molare	$S_R - T$ 46,06 — 43,89	1		2,17		$4\sigma_R^2 + \sigma_\upsilon^2$
Interacțiuni materii prime — instalații	$S_{MI} + T - S_M - S_i$ 44,45 + 43,89 — 43,96 — 44,34	1	12	0,04	0,04	σ_υ^2
Idem, materii prime — — raport molar	$S_{MR} + T - S_M - S_R$ 46,36 + 43,89 — 43,96 — 46,06	1		0,23		
Idem, instalație — raport molar	$S_{IR} + T - S_I - S_R$ 46,53 + 43,89 — 44,34 — 46,06	1		0,02		
Idem, materii prime — — instalație raport molar	$S_{MIR} + S_M + S_I + S_R - T - S_{MI} - S_{MR} - S_{IR}$ 46,88 + 43,96 + 44,34 + 46,06 — 43,89 — 44,45 — 46,36 — 46,53	1		0,01		
Rezidual	$S_1 - S_{MIR}$ 47,05 — 46,88	8		0,0205		
Total	$S_1 - T$ 47,05 — 43,89 = 3,16	15				

Interacțiunile *MIR*, *IR*, *MI*, *MR* sînt nesemnificative întrucît valoarea *F* pentru 1 și 8 grade de libertate la nivelul semnificației 0,01 este de 11,26, deci se pot cumula.

De asemenea, nici influența materiei prime nu este semnificativă $F = \frac{0{,}07}{0{,}04} = 1{,}7$ față de *F* pentru 1 și 12 grade de libertate la nivelul de semnificație 0,01 (9,33).

Singurele care prezintă diferențe semnificative sînt influența instalațiilor ($F = 11{,}2$) și mai ales a raporturilor molare ($F = 54$), deci se poate spune cu o probabilitate de 99% că acestea nu se datoresc unor cauze întîmplătoare.

2.21.20. Compararea rapidă a două serii de măsurători pe baza semnelor diferențelor dintre ele

Diferențele între două serii de măsurători făcute asupra aceleiași mărimi în condiții diferite (altă metodă, alt laborator etc.) pot să fie întîmplătoare sau sistematice. Tabelul 2.21.20 dă valorile unei mărimi *q* legate de aceste diferențe în funcție de nivelul de semnificație și de numărul de măsurători în fiecare serie *n*. Valoarea care apare în tabele este cea minimă pentru care diferențele mai pot fi considerate întîmplătoare. Valorile măsurătorilor corespondente se scad una după alta, li se afectează un semn (+ sau —) și se notează cu q_i numărul de măsurători cu semnul care apare mai rar.

La numărul *n* și un nivel de semnificație ales se compară valoarea q_i cu q_{min} din tabele și se consideră diferența întîmplătoare dacă $q_i > q_{min}$.

Tipul de probleme care se poate rezolva este următorul:

Exemplu. Determinarea fierului într-un aliaj a fost efectuată pe cîte 16 probe în laboratorul secției și în cel central obținîndu-se următoarele rezultate:

laborator secție: 4,3 4,5 4,4 4,4 4,3 4,6 4,2 4,1 4,5 4,3 4,8 4,5 4,5 4,6 4,9 4,1

laborator central: 4,2 4,3 4,2 4,5 4,4 4,7 4,5 4,6 4,3 4,4 4,4 4,3 4,6 4,7 4,6 4,2

semnul diferenței: + + + − − − − − + − + + − − + −

Se cere să se stabilească rapid dacă există o diferență sistematică între rezultatele celor două laboratoare la nivelul de semnificație 0,01.

Rezolvare. Scăzînd valoarea de jos din cea de sus se obțin șapte semne + și nouă semne −, deci $q_i = 7$. Pentru $n = 16$ și $\alpha = 0{,}01$, tabelul arată $q_{min} = 2$ deci diferențele sînt întîmplătoare.

Valorilor zero li se dau alternativ semnul + și −. Metoda este foarte simplă dar trebuie aplicată cu grijă fiind aproximativă; pentru rezultate mai exacte se aplică testul *t*.

2.21.20

n	Nivelul de semnificație				*n*	Nivelul de semnificație			
	0,01	0,05	0,10	0,25		0,01	0,05	0,10	0,25
1					31	7	9	10	11
2					32	8	9	10	12
3				0	33	8	10	11	12
4				0	34	9	10	11	13
5			0	0	35	9	11	12	13
6		0	0	1	36	9	11	12	14
7		0	0	1	37	10	12	13	14
8	0	0	1	1	38	10	12	13	14
9	0	1	1	2	39	11	12	13	15
10	0	1	1	2	40	11	13	14	15
11	0	1	2	3	41	11	13	14	16
12	1	2	2	3	42	12	14	15	16
13	1	2	3	3	43	12	14	15	17
14	1	2	3	4	44	13	15	16	17
15	2	3	3	4	45	13	15	16	18
16	2	3	4	5	46	13	15	16	18
17	2	4	4	5	47	14	16	17	19
18	3	4	5	6	48	14	16	17	19
19	3	4	5	6	49	15	17	18	19
20	3	5	5	6	50	15	17	18	20
21	4	5	6	7	51	15	18	19	20
22	4	5	6	7	52	16	18	19	21
23	4	6	7	8	53	16	18	20	21
24	5	6	7	8	54	17	19	20	22
25	5	7	7	9	55	17	19	20	22
26	6	7	8	9	56	17	20	21	23
27	6	7	8	10	57	18	20	21	23
28	6	8	9	10	58	18	21	22	24
29	7	8	9	10	59	19	21	22	24
30	7	9	10	11	60	19	21	23	25

2.21.20 (continuare)

n	Nivelul de semnificație				n	Nivelul de semnificație			
	0.01	0,05	0,10	0,25		0,01	0,05	0,10	0,25
61	20	22	23	25	76	26	28	30	32
62	20	22	24	25	77	26	29	30	32
63	20	23	24	26	78	27	29	31	33
64	21	23	24	26	79	27	30	31	33
65	21	24	25	27	80	28	30	32	34
66	22	24	25	27	81	28	31	32	34
67	22	25	26	28	82	28	31	33	35
68	22	25	26	28	83	29	32	33	35
69	23	25	27	29	84	29	32	33	36
70	23	26	27	29	85	30	32	34	36
71	24	26	28	30	86	30	33	34	37
72	24	27	28	30	87	31	33	35	37
73	25	27	28	31	88	31	34	35	38
74	25	28	29	31	89	31	34	36	38
75	25	28	29	32	90	32	35	36	39

2.21.21. Determinarea naturii întîmplătoare sau neîntîmplătoare a fluctuațiilor

Unii parametri (coeficientul unghiular sau ordonata la origine în spectrometria de emisie sau absorbție, sau titrul unei soluții etalon etc.) prezintă fluctuații în timp. Tabelul permite să se stabilească în ce măsură aceste fluctuații sînt întîmplătoare.

Se definește „mediana“ valoarea situată în mijlocul unui șir de măsurători așezate în ordine crescătoare sau descrescătoare. Diferența între orice valoare din șirul inițial (cronologic) și mediană se poate scrie sub forma semnului + sau —, apărînd astfel un șir de semne + și —. Se definește *R* ca numărul de serii de semne de același fel. La o fluctuație normală *R* nu trebuie să se găsească sub o anumită valoare care este tabelată în funcție de numărul de măsurători *n*.

Tipul de probleme care se poate rezolva este următorul:

Exemplu. Factorul unei soluții etalon a prezentat următoarele valori în timpul unei serii mai mari de analize:

1,052; 1,046; 0,997; 1,003; 1,008; 1,058; 0,985; 0,968; 1,001; 1,036; 0,969; 1,073; 1,018: 1,000; 0,995; 1,040.

Să se stabilească dacă fluctuația are un caracter întîmplător sau nu.

Rezolvare. Se așază valorile în ordine crescătoare:

0,968; 0,969; 0,985; 0,995; 0,997; 1,000; 1,001; 1,003; 1,008; 1,013; 1,018; 1,036; 1,040; 1,046; 1,052; 1,058.

Mediana se va găsi între 1,001 și 1,003, se alege 1,002, iar șirul semnelor diferențelor față de măsurătorile inițiale va fi:

$$(+\ +)\ (-)\ (+\ +\ +)\ (-\ -\ -)\ (+)\ (-)\ (+\ +)\ (-\ -)\ (+)$$

de unde se deduce $R = 9$.

Din tabel reiese că în cazul a 16 măsurători valoarea pentru o fluctuație normală a lui *R* se găsește între 4 și 13; se poate spune că șirul verificat are o fluctuație întîmplătoare, deci din valorile măsurate nu se poate deduce că factorul soluției variază în timp.

2.21.21

n	$R_{0.025}$	$R_{0.975}$	n	$R_{0.025}$	$R_{0.975}$
10	2	9	36	12	25
12	3	10	38	13	26
14	3	12	40	14	27
16	4	13	50	18	33
18	5	14	60	22	39
20	6	15	80	31	51
22	7	16	100	40	61
24	7	18	120	49	72
26	8	19	140	58	83
28	9	20	160	68	93
30	10	21	180	77	104
32	11	22	200	86	115
34	11	24	220	96	125

2.22. MAŞINI ELECTRONICE DE CALCUL

În ultimii ani cercetarea ştiinţifică capătă din ce în ce mai mult o importanţă deosebită în dezvoltarea societăţii. Se pot remarca cele două obiective principale ale acestei activităţi: stabilirea unui model cît mai corect al universului şi utilizarea cunoştinţelor căpătate la stabilirea acestui model la invenţii şi la o ameliorare a vieţii umane. Cercetarea foloseşte în acest scop două procedee complementare: descoperirea unor noi mecanisme şi invenţia unor noi aparate. Actualmente cercetarea se caracterizează prin trei fenomene: cercetarea individuală lasă din ce în ce mai mult locul activităţii colective, documentarea şi informaţia se acumulează într-un ritm extraordinar, iar intuiţia este înlocuită, încetul cu încetul, cu raţionamentul ştiinţific. Aceste caracteristici conduc natural la necesitatea de a completa şi ajuta omul cu maşini care să imite gîndul.

Trecînd de la rigla de calcul, cel mai simplu dispozitiv analogic, prin diferite tipuri de aparate matematice (maşini matematice mici cu acţiune continuă) ca planimetre, integrimetre, integrafe, analizoare de armonice, analizori diferenţiali, s-a ajuns la maşinile electronice de calcul.

Aceste maşini sînt de două tipuri: *digitale* (numerice) care efectuează calculele prin utilizarea impulsurilor electrice care reprezintă numere şi *analogice*, în care numerele sînt reprezentate prin mărimi analogice, deci mărimi proporţionale cu numerele respective.

Maşinile numerice (digitale) au un dispozitiv de memorie, format dintr-un mare număr de puncte susceptibile la transformări reversibile de stare. Considerînd, pentru fiecare punct din dispozitivul de memorie, o stare reprezentată prin zero şi alta prin 1, o serie de puncte poate reprezenta un anumit număr de serii de 0 şi de 1, fiecare din aceste serii corespunzînd la un număr, la un „concept" sau la o literă (sistemul binar). Numerele „memoriei" pot fi adunate şi deoarece adunarea stă la baza tuturor operaţiilor aritmetice, toate operaţiile matematice obişnuite pot fi executate de aceste maşini. Aceasta ne arată caracterul în general de „serie" al operaţiilor. Datele iniţiale ale problemei de rezolvat se introduc în maşină, de obicei sub formă de fişe perforate, trec prin partea de aritmetică unde sînt transformate conform regulilor înscrise în dispozitivul de memorie şi sînt comunicate dispozitivului de ieşire.

Viteza de lucru poate atinge 150 000 semne pe secundă. Memoria maşinii poate fi rapidă (matrice de toruri de ferită) sau lentă (tambur magnetic) şi se caracterizează prin timpul de acces (intervalul necesar extracţiei informaţiei din memorie) şi prin capacitatea de înmagazinare.

Maşinile analogice utilizează domenii fizice continue, fiecare punct (nod) al reţelei electrice reprezentînd un număr sau un concept, ceea ce ne arată caracterul paralel al operaţiilor. Operaţiile matematice nu trec prin operaţia de adunare ca la calculatoarele numerice, ci sunt simulate prin fenomene fizice a căror lege este cunoscută şi este formal identică, din punct de vedere al ecuaţiei, cu cea a problemei de rezolvat sau a fenomenului cercetat. Maşinile analogice sunt construite din elemente tip sau blocuri funcţionale, analoge operatorilor matematici, reprezentînd fiecare o operaţie simplă: însumare, integrare, multiplicare etc.

Schema electrică impune o repartiţie anumită a potenţialelor electrice continue sau alternative la noduri care reprezintă de fapt valorile variabilelor din sistemul de ecuaţii studiat.

Maşinile analogice pot fi construite în diferite scopuri speciale. Faţă de calculatoarele digitale, mai precise şi cu o viteză de lucru foarte mare, calculatoarele analogice sînt mai ieftine şi necesită o întreţinere mai simplă; au o precizie mai mică de 0,01%, dar suficient de bună în cele mai multe probleme de fizică aplicată. Rezultatele în calculul digital se prezintă ca tablouri de cifre care se pot reprezenta grafic prin interpolare, pe cînd în calculul analogic rezultatele sunt constituite din măsurători de tensiune, fie din curbe sau abace în cazul unui înregistrator. Avantajul principal al calculatorului analogic constă în posibilitatea de adaptare la noi probleme: modificarea unei ecuaţii corespunde numai la o modificare de schemă electrică, iar modificarea unui coeficient corespunde la variaţia unui potenţiometru, în timp ce în calculatoarele numerice aceste modificări corespund la modificarea unei părţi din programul maşinii, respectiv, la introducerea unei noi cartele de date.

Toate tipurile de maşini de calcul utilizează programarea, ceea ce arată că fiecare operaţie este descompusă într-o serie de operaţii elementare de bază pe care maşina le execută într-o ordine de succesiune identică. Calculatoarele electronice moderne pot executa un număr de o sută, sau chiar mai mult, de operaţii de bază. Programarea se face în general prin patru tipuri de reguli de programare standard (limbaj de programare):

ALGOL (algorithmic language);
PL 1 (programming language 1)
COBOL (common business oriented language)'
FORTRAN (formula translation).

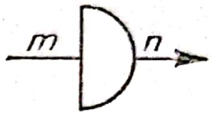
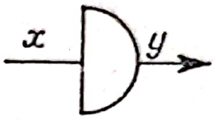
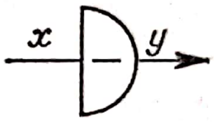
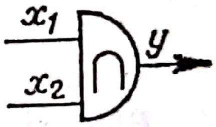
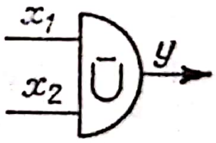
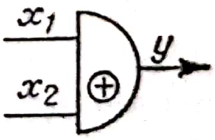
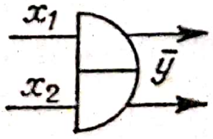
Ultimul limbaj standard de programare este cel mai indicat pentru problemele ştiinţifice şi tehnice.

2.23. SEMNE GRAFICE CONVENŢIONALE ÎN SCHEMELE ELECTRICE PENTRU ELEMENTE CU FUNCŢIUNI LOGICE, ELEMENTE DE CALCUL ŞI BLOCURI FUNCŢIONALE

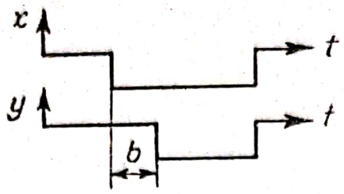
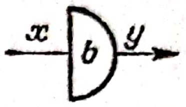
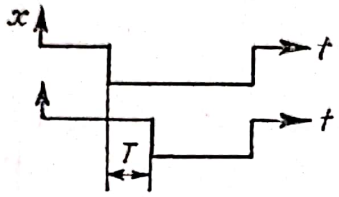
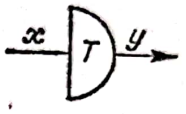
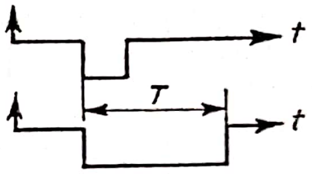
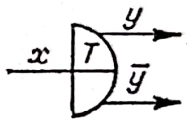
Tabelul conţine semnele convenţionale utilizate pentru elementele cu funcţiuni logice, de calcul şi pentru diferite blocuri funcţionale în conformitate cu recomandările internaţionale pentru echipamente electrice de calcul.

Semnele convenţionale pentru elementele din schemele electrice de uz general, de automatică, aparate de măsură, sînt prezentate în vol. III.

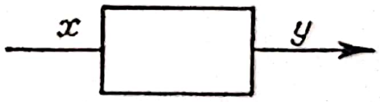
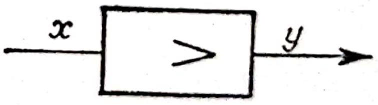
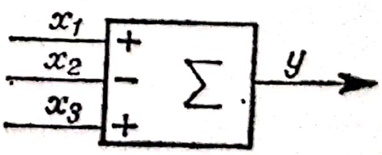
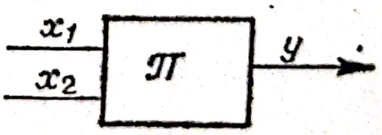
2.23.1. Elemente cu funcțiuni logice

Denumirea elementului	Funcția-tabela de adevăr	Semnul convențional
Element cu m intrări și n ieșiri	Funcție logică, neprecizată	
„DA“	Repetoare $y = x$ $\begin{array}{c\|c} x & y \\ \hline 0 & 0 \\ 1 & 1 \end{array}$	
„NU“	Inversoare $y = \bar{x}$ $\begin{array}{c\|c\|c} x & \bar{x} & y \\ \hline 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{array}$	
„ȘI“	$y = x_1 \cap x_2$ $\begin{array}{c\|c\|c} x_1 & x_2 & y \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$	
„NICI“ („SAU — NU“)	$y = x_1 \overline{\cup} x_2$ $\begin{array}{c\|c\|c} x_1 & x_2 & y \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$	
„SAU EXCLUSIV“	$y = x_1 \oplus x_2$ $\begin{array}{c\|c\|c} x_1 & x_2 & y \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$	
„MEMORIE“	Funcție de memorie neprecizată, cu două intrări x_1, x_2	

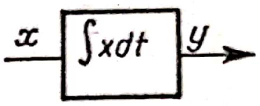
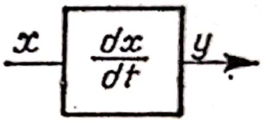
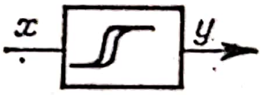
2.23.1 (continuare)

Denumirea elementului	Funcţia-tabela de adevăr	Semnul convenţional
"ÎNTÎRZIERE INDEPENDENTĂ"		
„ÎNTÎRZIERE DEPENDENTĂ"		
„MONOSTABIL TEMPORIZAT"		

2.23.2. Blocuri funcţionale şi elemente de calcul

Denumirea elementului	Funcţia-tabela de adevăr	Semnul convenţional
Elementul de calcul sau bloc funcţional	Funcţie neprecizată — semn general	
Amplificator	$y = kx$	
Sumator (element de însumare)	$y = x_1 - x_2 + x_3$	 x_1 x_2 x_3 + - + $\sum$ y
Multiplicator (element de înmulţire)	$y = x_1 \cdot x_2$	

2.23.2 (continuare)

Denumirea elementului	Funcția-tabela de adevăr	Semnul convențional
(Integrator) element de integrare	$y = \int x\, dt$	
(Diferențiator) element de derivare	$y = \frac{dx}{dt}$	
Element cu histerezis și saturație	—	

3. MĂRIMI FIZICE ŞI FIZICO-CHIMICE. UNITĂŢI DE MĂSURĂ. GRUPURI ADIMENSIONALE

Cuprins

3.1. Mărimi fizice şi fizico-chimice. Unităţi de măsură 193
3.2. Sisteme de unităţi de măsură. Sistemul SI 197
  3.2.1. Sisteme de unităţi de măsură 197
  3.2.2. Definirea unităţilor fundamentale ale sistemului internaţional (SI) 198
    3.2.2.1. Scara practică de temperatură valabilă din anul 1948 201
    3.2.2.2. Scara internaţională de temperatură valabilă din anul 1968 201
    3.2.2.3. Temperaturi de cristalizare 202
    3.2.2.4. Diferenţele aproximative între scările practice de temperatură valabile în 1948 şi din anul 1968 202
  3.2.3. Unităţile fundamentale, suplimentare şi derivate în sistemul internaţional (SI) 203
3.3. Prefixele multiplilor şi submultiplilor unităţilor de măsură în sistemul zecimal 204
3.4. Multiplii şi submultiplii unităţilor SI cu denumiri speciale 205
3.5. Multiplii şi submultiplii unităţii de timp 206
3.6. Mărimi molare. Unităţi de masă chimice 206
3.7. Unităţi derivate (tolerate temporar) 207
  3.7.1. Unităţi derivate utilizate frecvent în afara sistemului SI (geometrice, mecanice, acustice) 207
  3.7.2. Unităţi de unghi plan 210
  3.7.3. Relaţiile dintre unităţile de unghi plan 211
  3.7.4. Convertirea unităţilor obişnuite de energie 211
3.8. Unităţi ale mărimilor mecanice în sistemele SI, CGS şi MKfS 212
  3.8.1. Unităţi mecanice ale sistemelor SI, CGS şi MKfS 212
  3.8.2. Convertirea unităţilor de viteză 214
  3.8.3. Convertirea unităţilor de acceleraţie 214
  3.8.4. Convertirea unităţilor de viteză de rotaţie 215
  3.8.5. Convertirea unităţilor de acceleraţie de rotaţie 215
  3.8.6. Convertirea unităţilor de masă 216
  3.8.7. Convertirea unităţilor de densitate (masă specifică) 216

3.8.8. Convertirea unităţilor de forţă 216
3.8.9. Convertirea unităţilor de greutate specifică (ponderitate)............. 216
3.8.10. Convertirea unităţilor de tensiune superficială........................ 217
3.8.11. Convertirea unităţilor de presiune 217
3.8.12. Convertirea unităţilor de viscozitate dinamică........................ 217
3.8.13. Convertirea unităţilor de viscozitate cinematică....................... 218
3.8.14. Convertirea unităţilor de energie 218
3.8.15. Convertirea unităţilor de putere 218
3.9. Unităţi mecanice în afara sistemelor SI, CGS şi MKfS........................ 219
3.10. Unităţi de măsură calorice şi termodinamice................................ 219
3.11. Unităţi de măsură fotometrice şi de radiaţie................................ 224
3.12. Unităţi de măsură electrice şi magnetice.................................... 228
3.12.1. Caracterizarea sistemelor de unităţi de măsură electrice şi magnetice.... 228
3.12.2. Unităţile de măsură magnetice şi electrice............................ 232
3.12.3. Relaţii între unităţi internaţionale şi absolute....................... 248
3.13. Unităţi de măsură utilizate în fizica atomică şi nucleară.................. 248
3.14. Unităţi de măsură pentru doze de radiaţii nucleare şi pentru efecte biologice.... 260
3.15. Conversia mărimilor caracteristice ale radiaţiilor.......................... 264
3.16. Transformarea energiei radiaţiei (electronvolt) în număr de undă (cm^{-1}) 266
3.17. Convertirea unităţilor de măsură străine în unităţi metrice şi invers......... 269
3.17.1. Notaţii şi prescurtări ale unităţilor de măsură străine................ 269
3.17.2. Convertirea unităţilor de măsură străine în unităţi metrice............ 270
3.17.3. Convertirea unităţilor metrice în unităţi de măsură străine............ 272
3.17.4. Relaţii între unităţile de lungime..................................... 274
3.17.5. Relaţii între unităţile de volum (capacitate).......................... 274
3.17.6 Relaţii între unităţile de masă 274
3.17.7. Relaţii între cantităţile de substanţă în mol.......................... 274
3.18. Convertirea unor unităţi obişnuite de masă specifică, viteză liniară, flux de masă şi debit (volum) 275
3.18.1. Convertirea unităţilor de masă specifică.............................. 275
3.18.2. Convertirea unităţilor de viteză liniară............................... 275
3.18.3. Convertirea unităţilor de flux de masă................................ 275
3.18.4. Convertirea unităţilor de debit (volum)................................ 276
3.19. Convertirea unor unităţi străine de randament şi consum în unităţi metrice şi invers 276
3.20. Convertirea unităţilor străine în unităţi metrice şi invers pentru momentul de inerţie al unei arii plane.. 276
3.21. Convertirea unităţilor străine în unităţi metrice şi invers pentru momentul de inerţie 277
3.22. Convertirea unităţilor străine în unităţi metrice şi invers, pentru forţă/unitate de lungime (tensiune, tensiune superficială)................................ 277
3.23. Convertirea unităţilor străine în unităţi metrice şi invers pentru momentul forţei (cuplu) 277
3.24. Convertirea unităţilor de presiune 277

3.25. Convertirea unităților obișnuite de viscozitate dinamică și cinematică 279
3.26. Convertirea scărilor de temperatură 279
3.27. Convertirea gradelor Fahrenheit în grade Celsius și invers 280
3.28. Convertirea unităților de energie și putere 285
  3.28.1. Convertirea unităților de energie 286
  3.28.2. Convertirea unităților de putere 287
3.29. Convertirea unităților de transfer caloric și de conductibilitate termică 288
  3.29.1. Convertirea unităților de conductibilitate termică 288
  3.29.2. Convertirea unităților de conductivitate termică, în J · cm/cm^2 · s· grd .. 288
  3.29.3. Convertirea unităților de transfer de căldură 288
  3.29.4. Convertirea unităților de flux de căldură 289
3.30. Convertirea unităților de capacitate pentru petrol (barile în tone) 289
3.31. Analiza dimensională 289
  3.31.1. Grupurile adimensionale (în ordine alfabetică). 290
  3.31.2. Tabele pentru identificarea grupurilor adimensionale. Propr. fizice generale 327
  3.31.3. Simboluri folosite în tabelele 3.31.1 și 3.31.2 343

3. MĂRIMI FIZICE ŞI FIZICO-CHIMICE. UNITĂŢI DE MĂSURĂ. GRUPURI ADIMENSIONALE

3.1. MĂRIMI FIZICE ŞI FIZICO-CHIMICE. UNITĂŢI DE MĂSURĂ

Mărimile fizice şi fizico-chimice reprezintă conceptele asociate proprietăţilor, interacţiunilor sau transformărilor sistemelor, care pot fi legate prin relaţii matematice denumite *legi*.

Mărimile care pot fi comparate între ele, putînd deci fi egale, mai mari sau mai mici unele faţă de altele, constituie o anumită specie de mărimi sau mărimi de natură identică.

Caracteristica generală a mărimilor fizice şi fizico-chimice este posibilitatea de măsurare; a măsura o mărime, de exemplu masa unui corp, înseamnă a determina raportul ei faţă de o altă mărime de aceeaşi natură, considerată convenţional *unitate de măsură*, de exemplu faţă de kilogramul etalon.

Măsura se bazează deci pe comparaţia efectuată în conformitate cu anumite metode şi conduce la un număr care exprimă de cîte ori mărimea considerată unitate de măsură este conţinută în mărimea de măsurat. Astfel, orice mărime fizică sau fizico-chimică se poate exprima printr-un produs simbolic dintre *valoarea măsurătorii* şi *unitatea de măsură*.

După cum s-a arătat, simbolurile mărimilor fizice şi fizico-chimice (v. cap. 1) reprezintă atît mărimile, cît şi valorile acestor mărimi în raport cu unitatea de măsură.

Fizica, chimia, chimia fizică şi fizica chimică, sub aspectul lor fundamental, sînt ştiinţe experimentale în sensul că teoria este condusă de experienţă; dezvoltarea lor depinde de compararea între rezultatele calculate pe cale teoretică şi rezultatele măsurătorilor experimentale sau între rezultatele obţinute în serii diferite de experienţe. Valoarea rezultatelor măsurătorilor experimentale este determinată prin metoda statistică (v. cap. 2) care arată numărul de experienţe pentru a atinge o anumită precizie prin eliminarea erorilor statistice.

Cu mult mai dificilă este conducerea experienţei pentru obţinerea unor rezultate fără erori sistematice, provenite din factorii externi sau proprii sistemului studiat.

Aceste erori nu sînt eliminate în general prin repetarea determinărilor; stabilirea erorilor sistematice proprii sistemului se face prin metode de programare în timp a experienţelor care le transformă în erori accidentale, iar eliminarea erorilor sistematice datorite interacţiunilor cu mediul este realizată de la caz la caz, prin:

— izolarea mecanică (eliminarea vibraţiilor sistemului);
— izolarea termică (prin introducerea în termostate);
— izolarea magnetică şi electrică (prin ecranare magnetică şi electrică) etc.

Limitarea sensibilităţii măsurătorii depinde de aparatura folosită; trebuie remarcat în acest sens importanţa zgomotului de fond datorită fluctuaţiilor termice şi datorită naturii corpusculare a materiei, electricităţii şi radiaţiei, precum şi limitarea datorită „nedeterminării" proprii mecanicii cuantice, care arată că nu este posibilă o definire simultană şi exactă a variabilelor corespunzătoare unor perechi canonice ca energie şi timp, coordonată de poziţie şi cantitatea de mişcare.

Ecuațiile care reprezintă legile fizice sînt de forma generală:

$$f(x, y, \ldots) = 0$$

în care: $x, y, \ldots$ sînt valorile mărimilor care intervin în aceste legi. În unele cazuri legile pot fi reprezentate și sub forma de inegalități, de exemplu în termodinamică:

$$f(x, y \ldots) < 0 \quad \text{sau} \quad f(x, y, \ldots) > 0$$

Numărul ecuațiilor fizice este mai mic decît numărul mărimilor fizice, mai corect, decît numărul speciilor de mărimi de o anumită natură, deoarece o parte din acestea sînt introduse prin analiza experiențelor, fiind caracterizate prin anumite proprietăți obiective și în cadrul teoriei aplicate nu pot fi exprimate prin alte mărimi impuse inițial. Aceste mărimi, denumite *mărimi primitive*, corespund unui conținut fizic nou și nu pot fi introduse decît prin experiență. *Mărimile derivate*, se definesc prin relații de definiție de forma arătată și deci pot fi reprezentate prin anumite mărimi primitive.

Din punct de vedere al unităților se pot distinge mărimi fundamentale cu unități fundamentale și mărimi secundare (derivate) cu unități secundare (derivate).

Mărimile fundamentale au unități de măsură definite independent. În cinematică este necesară alegerea a două mărimi fundamentale: lungimea l și timpul t; dinamica are nevoie de trei mărimi fundamentale: lungimea l, timpul t și masa m.

În electricitate, magnetism și căldură sînt necesare patru mărimi fundamentale: lungimea l, timpul t, masa m și intensitatea curentului electric i, respectiv temperatura T, iar în fotometrie sînt necesare de asemenea patru mărimi fundamentale: lungimea l, timpul t, masa m și intensitatea radiației I.

Mărimile derivate au unități de măsură derivate prin relații de definiție; aceste unități de măsură depind de unitățile fundamentale.

În definirea unităților de măsură fundamentale sau derivate se menționează procedeul de măsurare, iar valoarea unităților este astfel aleasă, încît raportul a două mărimi de aceeași natură să fie independent de această unitate.

Mărimile fundamentale și secundare au următoarele proprietăți:

— mărimile de natură identică se adună, dacă în definiția lor nu intervine o origine convențională diferită;

— valorile mărimilor de aceeași natură exprimate în aceleași unități se pot supune tuturor operațiilor matematice obișnuite (se pot aduna între ele, se pot înmulți și împărți cu numere, se pot ridica la puteri etc.);

— mărimile derivate nu pot fi definite arbitrar în funcție de mărimile fundamentale. Pentru ca raportul dintre valorile a două mărimi derivate de aceeași natură să fie independent de unitățile de măsură alese, în ipoteza că procedeele de măsurare a mărimilor fundamentale s-au definit astfel, încît să satisfacă această condiție, mărimile derivate trebuie să fie anumite funcții de mărimile fundamentale.

Valoarea $f(x_1, x_2 \ldots x_m)$ a oricărei mărimi derivate poate fi numai de forma unui produs de puteri ale valorilor sau creșterilor valorilor variabilelor fundamentale $x_1, x_2 \ldots x_m$ (scalari, vectori sau tensori), iar produsele și puterile pot fi oricare din produsele sau puterile definite în calculele cu asemenea mărimi matematice:

$$f = c x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \ldots x_m^{\alpha_m},$$

unde c este un factor de proporționalitate, care nu se modifică, chiar dacă se schimbă unitățile mărimilor fundamentale.

Considerînd două sisteme de unități care nu diferă decît prin valoarea unităților fundamentale (mărimile fundamentale fiind de aceeași natură) și în care ecuațiile alese convențional pentru definirea mărimilor derivate sînt identice, raportul r_d, dintre valorile a două mărimi derivate în cele două sisteme este dat de:

$$r_d = r_1^{p_1} r_2^{p_2} \dots r_m^{p_m}$$

Acest produs de puteri al rapoartelor dintre valorile pe care le au mărimile fundamentale în noile și vechile unități de măsură, egal cu raportul dintre valorile corespunzătoare ale mărimii derivate date, se numește *dimensiunea mărimii derivate* în funcție de mărimile fundamentale considerate. În mod obișnuit, simbolurile mărimilor care intră în ecuația de dimensiuni se scriu cu literă mare și se închid cu paranteze drepte:

$$[X] = [X_1^{p_1} X_2^{p_2} \dots X_m^{p_m}].$$

De exemplu ecuația dimensională a energiei este:

$$[E] = [FL] = [\mathrm{L}^2\mathrm{MT}^{-2}]$$

Dacă $p_1 = p_2 \dots p_m = 0$, mărimea X este adimensională (mărime numerică) și nu depinde de mărimile și unitățile fundamentale.

Ecuațiile de dimensiuni se aplică la stabilirea ecuației unităților mărimilor derivate, la verificarea omogenității (dimensionale) ecuațiilor fizicii și la calculele de schimbare a unităților.

Se va reține că în cazul unor funcții nealgebrice, trigonometrice, hiperbolice etc., mărimile sînt adimensionale. Astfel expresiile $\sin \frac{a}{b}$ sau $\ln \frac{x+y}{x-y}$ sînt omogene și de gradul zero.

Există mărimi derivate, de natură diferită, care au ecuații de dimensiuni identice (produse diferite între valorile acelorași mărimi fundamentale). Astfel, lucrul mecanic este dat de produsul scalar dintre forță și deplasare, iar momentul static al forței este dat de produsul vectorial dintre forță și raza vectoare.

O unitate de măsură a unei mărimi derivate este coerentă cînd coeficienții c, adimensionali, din ecuația de definire sînt egali cu unitatea.

Astfel, sînt coerente unitățile:

1 J (joule) = 1 N (newton) · 1 m (metru)

1 C (coulomb) = 1 A (amper) · 1 s (secundă)

1 Ω (ohm) = 1 V (volt) · 1 A (amper)

iar:

1 h (ora) = 3 600 s (secunda)

1 cal (calorie) = 4,18 J (joule)

sînt necoerente.

Constantele universale apar în formularea unor legi; valoarea lor depinde numai de unitățile alese. Astfel, legea atracției universale conduce la raportul constant între produsul forței de atracție cu patratul distanței și produsul maselor care interacționează

$$\frac{Fr_{12}^{2}}{m_1 m_2} = \text{const. } (G)$$

Valoarea constantei depinde numai de unitățile alese pentru mărimile F, r_{12}, m_1 și m_2. De asemenea constanta lui Planck:

$$\frac{\varepsilon}{\nu} = \text{const. } (h)$$

Schimbarea unităților de măsură a mărimilor derivate se face prin ecuațiile de transformare (conversie)

$$\langle X \rangle_q = M \ \langle X \rangle_p$$

în care $\langle X \rangle_q$ și $\langle X \rangle_p$ reprezintă mărimea exprimată în două unități diferite, iar M factorul de transformare.

Astfel, pentru unitatea de presiune $\dfrac{\text{newton}}{\text{m}^2}\left(\dfrac{\text{N}}{\text{m}^2}\right)$ prin trecerea la $\dfrac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$ se obține:

$$1\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{1\,\text{kg}\,\dfrac{1\,\text{m}}{\text{s}^2}}{1\,\text{m}^2} = \frac{10^3\text{g}\,\dfrac{10^2\,\text{cm}}{\text{s}^2}}{10^4\,\text{cm}^2} = 10\,\frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$$

Teorema π care constituie baza analizei dimensionale arată că *o ecuație completă*, cu variabilele și constantele dimensionale V_1, $V_2 \ldots V_m$ cu n mărimi fundamentale:

$$f(V_1, \ V_2 \ldots V_m) = 0$$

poate fi scrisă sub forma:

$$F\,(\pi_1, \ \pi_2, \ldots \pi_{m-n}) = 0$$

în care π_1, $\pi_2, \ldots \pi_{m-n}$ sînt cele $m - n$ produse adimensionale independente care se pot forma cu mărimile V_1, $V_2, \ldots V_m$. Astfel orice relație poate fi pusă sub o formă care nu conține decît produsele adimensionale independente, obținute din toate variabilele și constantele dimensionale care definesc fenomenul (v. 3.31).

3.2. SISTEME DE UNITĂŢI DE MĂSURĂ. SISTEMUL SI

3.2.1. Sisteme de unităţi de măsură

Un grup de mărimi fundamentale alese dintre mărimile primitive constituie un *sistem de dimensiuni*, iar ansamblul de unităţi fundamentale şi derivate poartă denumirea de *sistem de unităţi*.

Sistemele de unităţi se aleg în mod arbitrar dar trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

— să fie practic, deci să aibă unităţile fundamentale corespunzătoare unor valori potrivite, nici prea mici, nici foarte mari pentru mărimile obişnuite;

— să fie coerent, deci unităţile derivate să fie deduse conform principiului coerenţei dimensionale;

— să fie general, deci să fie aplicabil în toate domeniile ştiinţelor experimentale;

— să fie absolut, deci unităţile fundamentale ale mărimilor electrice şi magnetice să fie definite prin alegerea unor anumite valori pentru constantele universale care intervin în ecuaţiile forţei electrice şi magnetice (v. 3.12).

Se cunosc mai multe sisteme de unităţi.

Sistemul MKfS (metru, kilogram-forţă, secundă) sau sistemul mecanic, în care unitatea de forţă depinde de altitudine şi latitudine: sistemul nu poate fi extins în electromagnetism coerent cu unităţile practice electrice.

*Sistemul CGS*ε (centimetru, gram, secundă) general, fără a conduce la unităţi practice, este adoptat în studiile ştiinţifice. Variante: CGSε_0 (cm, g, s, unitate de permitivitate), CGSμ_0 (cm, g, s, unitate de permeabilitate), CGS$\varepsilon_0\mu_0$ (cm, g, s, unitate de permitivitate şi permeabilitate).

Sistemul MTS (metru, tonă, secundă) are unităţi prea mari pentru masă şi forţă, este general, dar nu conduce la unităţi coerente practice în electromagnetism.

Sistemul MKS (metru, kilogram, secundă) are unităţi practice geometrice şi mecanice (în afara unităţilor de forţă şi presiune), este general, coerent cu unităţile practice în electromagnetism.

Sistemul internaţional de unităţi (SI) recomandat de Conferinţa a XI-a generală de măsuri şi greutăţi (Paris, 1960) a fost adoptat de diferite organizaţii internaţionale de standardizare (I.S.O. = Organizaţia Internaţională de Standardizare, C.E.I. = Comisia Electrotehnică Internaţională, U.I.F.P.A. = Uniunea Internaţională de fizică pură şi aplicată, I.U.P.A.C. = Uniunea Internaţională de chimie pură şi aplicată, O.I.M.L. = Organizaţia Internaţională de metrologie legală). În România sistemul SI a fost legiferat prin H.C.M. nr. 550 din 30 august 1961 şi deci reprezintă singurul sistem de unităţi legal.

Unităţile de măsură care nu fac parte din SI, dar sînt folosite pe scară întinsă în practică, sînt unităţi „tolerate" (minut, ora, torr, mol etc.).

3.2.2. Definirea unităților fundamentale ale sistemului internațional (SI)

Tabelul următor conține mărimile și unitățile fundamentale, precum și simbolurile lor recomandate de SI.

Mărimea	Unitatea	Simbolul
Lungimea	metru	m
Masa	kilogram	kg
Timpul	secundă	s
Intensitatea curentului electric	amper	A
Temperatura termodinamică	grad Kelvin Kelvin	°K, K
Intensitatea luminoasă	candela	cd

Metrul (m) este unitatea de lungime egală cu 1 650 763,73 lungimi de undă în vid ale radiației care corespunde tranziției atomului de kripton 86 între nivelele (termenii spectrali) 2 p_{10} și 4 d_5 (linia portocalie din spectrul kriptonului), sursa de radiații fiind răcită cu azot lichid. Această definiție nouă nu anulează definiția veche a metrului, ci permite o precizie de reproducere a unității de lungime cu 1—2 ordine de mărime mai mare, față de vechea definiție, bazată pe etalonul Biroului Internațional de măsuri și greutăți de la Sévres (Paris). Între anii 1927 și 1957 s-a considerat provizoriu metrul egal cu 1 553 164,13 lungimi de undă a liniei roșii a cadmiului. Precizia măsurătorilor a crescut prin introducerea metodelor interferometrice.

Kilogramul (kg) este unitatea de masă egală cu masa „kilogramului internațional", de platin-iridiu (10%), adoptat în 1889 de Conferința Generală de Măsuri și Greutăți, care se găsește la Sévres (Paris).

Secunda este unitatea de timp și este egală cu fracțiunea 1/31 556 925,9747 din anul tropic pentru anul 1900, ianuarie 0, la orele 12 ale timpului efemeridelor (această dată reprezintă 1 ianuarie 1900 la ora 12 timp universal). Trebuie remarcat că pînă în 1960, în sistemul CGS, s-a adoptat drept unitate fundamentală de măsură pentru timp secunda de timp solar mediu, egală cu a 24 × 60 × 60 = 86 400 parte din ziua solară medie. Prin ziua solară medie se înțelege intervalul de timp dintre două treceri consecutive ale soarelui prin același meridian. Durata zilei solare variază în cursul anului, deoarece viteza de rotație a pămîntului pe orbită nu este constantă. Din această cauză a fost definită ziua solară medie, în funcție de anul tropic, deci de intervalul mediu dintre două treceri consecutive ale soarelui la punctul echinoxial mediu de primăvară. Un an tropic are 365, 24219879 zile solare medii. Trebuie să se remarce că ziua solară este diferită de ziua siderală, care corespunde intervalului de timp cuprins între două treceri superioare ale unei stele fixe. Ziua siderală este timpu exact în care are loc o rotație completă a pămîntului în jurul axei sale. Diferența între ziua solară şi ziua siderală se datoreşte faptului că pămîntul execută, în aparenţă, în cursul unei rotaţii complete în jurul soarelui, o rotaţie mai puţin în jurul axei sale faţă de soare, decît faţă de stelele fixe.

Durata unei zile siderale este de $\frac{365,25}{366,25}$ dintr-o zi solară medie sau 23 ore 56 minute 4,1 secunde şi invers, o zi solară medie corespunde la 24 ore 3 minute 56,555 secunde, timp sideral.

O secundă solară medie = 1,00273791 secunde siderale.

Actuala definiţie a secundei SI corespunde preciziei de măsurare a timpului cu generatoare de frecvenţă cu cuarţ, sau cu absorbţie de rezonanţă (de exemplu în spectrul amoniacului), de 2—3 ordine de mărime mai mare în comparaţie cu precizia observaţiilor astronomice. Această precizie a arătat neuniformitatea rotaţiei pămîntului: ziua solară variază în timp şi din această cauză a fost necesară o definire exactă a secundei. Aproximativ durata unei zile a crescut cu 0,0014 s la fiecare 100 ani în ultimii 250 ani. În afară de aceasta, viteza unghiulară a rotaţiei pămîntului are variaţii care ating valori mai mari de 0,004 s/an. În cursul unui an, durata unei zile poate să se abată de la valoarea anuală medie cu valori superioare lui 0,001 s. Din această cauză, timpul astronomic poate să difere faţă de cel uniform cu o valoare de 0,05—0,07 s şi deci mişcarea de rotaţie a pămîntului nu poate constitui o bază sigură şi precisă pentru o scară absolută a timpului.

Pentru a putea distinge *timpul uniform*, care intră în legile mecanicii, de timpul universal TU_0, determinat prin rotaţia pămîntului, Conferinţa Internaţională de la Paris (1950) cu privire la constantele fundamentale a introdus noţiunea de timp al efemeridelor TE', timp care se scurge uniform şi care serveşte drept argument al efemeridelor astronomice, (deci datele tabelate ale poziţiilor astrelor cereşti, determinate cu elementele de orbită).

Diferenţa $TE - TU_0$ este dată de ecuaţia

$$TE - TU_0 = \Delta\lambda + \Delta T$$

în care: $\Delta\lambda$ este corecţia datorită deplasărilor polilor pe suprafaţa pămîntului şi ΔT este corecţia datorită variaţiilor în rotaţia pămîntului, corecţii calculate cu ajutorul unor ecuaţii stabilite de Uniunea astronomică internaţională (U.A.I.) cu multă precizie, ceea ce de altfel a permis ultima definire precisă a secundei.

În ultimul timp, se recomandă folosirea unor definiţii a secundei cu ajutorul „ceasurilor atomice" deci prin frecvenţa unor tranziţii între două nivele energetice: astfel despicarea hiperfină în maserul de hidrogen are o frecvenţă foarte exact determinată, egală cu $\nu = 1\,420\,405\,751{,}800 \pm 0{,}028\ \mathrm{s}^{-1}$ (Hz) sau tranziţia între cele două nivele hiperfine $F = 4$; $M_F = 0$ şi $F = 3$; $M_F = 0$ a stării fundamentale $^2S_{1/2}$ a atomului de cesiu 133, care are frecvenţa $9\,192\,631\,770\ \mathrm{s}^{-1}$ (Hz). Bineînţeles că aceste modificări în definirea secundei nu atrag practic o schimbare importantă în valoarea unităţii de timp, dar permit alegerea unui sistem mai exact şi mai uşor de reprodus.

După cum s-a arătat, orice interval de timp dat în unităţi de timp solar mediu poate fi exprimat în unităţi de timp sideral şi invers. Indicaţiile ceasornicelor care funcţionează pe scara timpului sideral (ceasornice siderale) coincid cu timpul solar civil numai la 22 septembrie (timpul civil este cel obişnuit, spre deosebire de timpul socotit în astronomie pînă la 1 ianuarie 1925 în care schimbarea datei se făcea la amiaza mijlocie, deci cu 12 h după calculul civil; de la această dată s-a folosit numai timpul civil). După această dată, ceasornicul sideral merge înainte cu 3 min 56,555 s pe zi şi astfel în decursul unui an depăşirea este de o zi.

Conform celor arătate mai înainte, miezul nopţii are loc într-unul şi acelaşi moment fizic pentru toate punctele de pe acelaşi meridian care au deci acelaşi timp. Locurile de pe meridiane diferite au ore diferite, denumite *timpuri locale*.

Diferenţa dintre timpul solar local şi timpul solar adevărat local la un moment dat, pentru un anumit meridian poartă denumirea de ecuaţia timpului η; cu ajutorul lui η se poate calcula timpul solar adevărat local sau timpul civil, dacă este cunoscut timpul solar mijlociu local, care se determină direct din observații asupra poziției soarelui cu ajutorul ecuației:

$$t = t_0 + \eta$$

în care t este timpul solar mijlociu local, iar t_0 este timpul solar adevărat local.

De patru ori pe an în jurul zilelor de 15 aprilie, 14 iunie, 1 septembrie și 25 decembrie, $\eta = 0$, iar în restul anului are valori negative sau pozitive pînă la 15—16 min. Valorile precise ale lui η sînt conținute în tabelele astronomice.

Diferența dintre timpurile locale (solar mijlociu, sideral sau civil) și unul și același moment fizic în două puncte este egală cu diferența dintre longitudinile geografice respective, în unități de timp. Longitudinea zero corespunde prin convenție, meridianului care trece prin observatorul astronomic Greenwich (Anglia). Timpul civil al meridianului zero se numește *timp universal.*

Pentru comoditate, Pămîntul a fost împărțit în 24 fuse orare și fiecare fus are timpul civil al meridianului mediu din acest fus. Numerotarea fuselor orare se face de la vest la est, de la 0 la 23 (0 corespunde la Greenwich) și timpul în fiecare fus este mai mare decît timpul universal (Greenwich) cu un număr întreg de ore, egal cu numărul fusului.

Pentru a ține seama de variația de ore, pe Pămînt s-a stabilit prin convenție linia de schimbarea datelor care permite un calcul unic calendaristic al zilelor; această linie trece în apropierea meridianului 180° (față de Greenwich) prin strîmtoarea Behring, înconjoară la vest insulele Aleutine și merge mai departe spre sud.

Pentru o deplasare de la vest la est, la trecerea acestei linii, se schimbă data curentă cu cea precedentă, iar pentru o trecere de la est la vest cu data următoare.

Pentru aprecierea intervalelor de timp se poate folosi scara următoare (Schardin):

— intervale de timp atomice 10^{-24} — 10^{-12} s; 10^{-24} s corespunde timpului necesar luminii să parcurgă dimensiunile electronului;

— intervale scurte 10^{-12} — 1 s;

— intervale lungi 1 — 10^{12} s;

— intervale astronomice 10^{12} — 10^{18} s; 10^{18} s ($\approx 3 \cdot 10^{10}$ ani corespunde duratei medii de viață a galaxiilor universului).

Metodele de măsurare a timpului în aceste domenii sînt diferite ca principiu și exactitate.

Problemele experimentale de determinare a timpului sînt legate de determinarea timpului universal și de determinarea unui interval de timp (în general de la microsecunde la minute).

Amperul (A) este unitatea de intensitate corespunzătoare unui curent electric constant care trecînd prin doi conductori rectilinii, paraleli, de lungime infinită și de secțiune neglijabilă, așezați în vid la o distanță de 1 m unul de altul, are ca efect apariția unei forțe de $2 \cdot 10^{-7}$ kgm · s^{-2} (newtoni) pe metru de lungime.

Gradul Kelvin (°K) sau unitatea Kelvin (K) este unitatea de măsură a temperaturii pe scara termodinamică a temperaturii (v. cap. 4 și vol. II) în care s-a atribuit pentru punctul triplu al apei $T = 273{,}16$ °K.

Candela (cd) este intensitatea luminoasă emisă normal, la temperatura de solidificare a platinei la presiune atmosferică normală, de către un radiator integral (corp negru) cu suprafața de 1/600 000 m² (v. vol. II).

Temperatura în grade Celsius (t_{int}, °C) este determinată din temperatura T, °K prin relația:

$$t_{int}\,°\mathrm{C} = T\,°\mathrm{K} - 273{,}15,$$

observînd că temperatura de topire a gheții (apă în aer la 1 atm) este de $0{,}000 \pm 0{,}0002$ °C (v. cap. 4).

Scara internațională practică de temperatură (1948) se bazează pe șase temperaturi reproductibile (puncte fixe de referință fundamentale) alese convențional, precum și pe ecuații de interpolare pentru determinarea temperaturii cu diferite mijloace etalon de măsurare (termocuple, termometre cu rezistență, pirometre optice etc.; v. vol. II).

Tabelul următor conține punctele fixe și valorile numerice ale temperaturilor corespunzătoare. Pentru formulele de corelare ale temperaturii în scara internațională și indicațiile instrumentelor de măsură v. vol. II.

3.2.2.1. Scara practică de temperatură valabilă din anul 1948

Punctul de referință	Temperatura t_{int}, °C
Temperatura de fierbere a oxigenului la 1 atm	— 182,97
Punctul triplu al apei (echilibrul între apă lichidă, gheață și vapori de apă)	0,01
Temperatura de fierbere a apei la 1 atm	100
Temperatura de fierbere a sulfului la 1 atm 1)	444,6
Temperatura de topire a argintului la 1 atm	960,8
Temperatura de topire a aurului la 1 atm	1063

3.2.2.2. Scara internațională de temperatură valabilă din anul 1968

În anul 1968 a fost admisă o nouă definire a scării internaționale de temperatură (IPTS-68) care înlocuiește scara din anul 1948 (IPTS-48).

Tabelul următor conține definirea punctelor fixate în noua scară practică de temperatură.

Punct definit	T_{68}, K	t_{68}, °C
Punctul triplu al hidrogenului	13,81	— 259,34
Temperatura de echilibru lichid-vapori a hidrogenului la $p = 33330{,}6\ N/m^2$ (25/76 atmosfera standard)	17,042	— 256,108
Temperatura de fierbere normală a hidrogenului	20,28	—252,87
Temperatura de fierbere normală a neonului	27,102	— 246,048
Punctul triplu al oxigenului	54,361	— 218,789
Temperatura de fierbere normală a oxigenului	90,188	— 182,962
Punctul triplu al apei	273,16	+ 0,01
Temperatura de fierbere normală a apei	373,15	100
Temperatura de cristalizare a zincului	692,73	419,58
Temperatura de cristalizare a argintului	1235,08	961,93
Temperatura de cristaliazre a aurului	1337,58	1064,43

---

1) Se recomandă temperatura de topire a zincului la 1 atm: 419,505 °C.

3.2.2.3. Temperaturi de cristalizare

Tabelul următor conține temperaturile de cristalizare ale unor metale în noua și vechea scară, ceea ce permite observarea diferențelor.

Metale	Temperatura de cristalizare, °C	
	IPTS-68	IPTS-48
Argint	961,93	960,8
Aur	1064,43	1063
Paladiu	1554	1552
Platină	1772	1769
Rodiu	1963	1960
Iridiu	2447	2443

3.2.2.4. Diferențele aproximative între scările practice de temperatură valabile în 1948 și din anul 1968

Tabelul următor conține diferențele dintre valorile numerice ale celor două scări de temperatură stabilite pe baza celei mai bune concordanțe cu temperatura termodinamică măsurată cu un termometru cu gaz.

Între punctul triplu al hidrogenului și punctul de cristalizare al stibiului (630,74°C) măsurătorile în noua scară se fac cu un termometru cu rezistența de platină al cărei raport între rezistențele la 100°C și 0°C este de cel puțin 1,39250 (față de valoarea minimă de 1,3920 admisă în 1948). Între punctul de cristalizare al stibiului (630,74°C) și punctul de cristalizare al aurului (1064,43°C) temperatura este măsurată cu termocuplu platină — platină — rodiu 10% iar peste această limită se folosește legea lui Planck a radiației termice cu valoarea constantei $c_2 = 0{,}014388$ m °K (v. 4.1.5 și vol. II).

Pentru determinarea corectă a temperaturii cu termometru cu rezistență de platină, termocuplu și cu legea radiației termice v. vol. II.

t_{68}°C	0	−10	−20	−30	−40	−50	−60	−70	−80	−90	−100
−100	0,022	0,013	0,003	−0,006	−0,013	−0,013	−0,005	−0,007	−0,012	(0,008 la p. O_2)	
0	0,000	0,006	0,012	0,018	0,024	0,029	0,032	0,034	0,033	0,029	0,022

t_{68}°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0,000	−0,004	−0,007	−0,009	−0,010	−0,010	−0,010	−0,008	−0,006	−0,003	0,000
100	0,000	0,004	0,007	0,012	0,016	0,020	0,025	0,029	0,034	0,038	0,043
200	0,043	0,047	0,051	0,054	0,058	0,061	0,064	0,067	0,069	0,071	0,073
300	0,073	0,074	0,075	0,076	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,076	0,076
400	0,076	0,075	0,075	0,075	0,074	0,074	0,074	0,075	0,076	0,077	0,079
500	0,079	0,082	0,085	0,089	0,094	0,100	0,108	0,116	0,126	0,137	0,150
600	0,150	0,165	0,182	0,200	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	0,35	0,38
700	0,38	0,40	0,43	0,46	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65
800	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94
900	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24
1000	1,24	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42	1,44	—	—	—

t_{68}°C	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
1000	—	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
2000	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	5,3	5,6	5,9
3000	5,9	6,2	6,5	6,9	7,2	7,5	7,9	8,2	8,6	9,0	9,3

3.2.3. Unitățile fundamentale, suplimentare și derivate în sistemul internațional (SI)

Tabelul următor conține unitățile fundamentale (v. și tabelul 3.2.1), unitățile suplimentare și unitățile derivate cele mai des folosite cu denumirea, simbolul și dimensiunea unității de măsură în sistemul SI (v. și tabelul 1.3).

Unitățile derivate au fost grupate pe domenii de mărimi fizice, geometrice, mecanice, electrice etc.

Numărul mărimilor derivate este foarte mare; tabelul conține numai pe cele importante, iar cele care nu sînt cuprinse pot fi completate în rubricile goale. Pentru date complete v. tabelele 3.10—3.14.

Denumirea mărimii	Simbolul mărimii	Dimensiunea mărimii	Denumirea unității de măsură	Simbolul unității de măsură	Dimensiunea unității de măsură
		Unități fundamentale			
Lungime	l	L	metru	m	(1 m)
Masă	m	M	kilogram	kg	(1 kg)
Timp	t	T	secundă	s	(1 s)
Intensitate de curent electric	i	I	amper	A	(1 A)
Temperatură termodinamică	T	θ	grad Kelvin	°K, K	(1 °K) (1 K)
Intensitate luminoasă	I	J	candelă	cd	(1 cd)
		Unități suplimentare			
Unghi plan	—	—	radian	rad	(1 rad)
Unghi solid	—	—	steradian	sr	(1 sr)
		Unități derivate			
Mărimi geometrice					
Arie	A, (S)	L^2	metru pătrat	m^2	$(1\ m)^2$
Volum, capacitate	V	L^3	metru cub	m^3	$(1\ m)^3$
Mărimi mecanice					
Frecvență	f	T^{-1}	hertz	Hz	1 : (1 s)
Viteză	v	LT^{-1}	metru pe secundă	m/s	(1 m) : (1 s)
Viteză unghiulară	ω	T^{-1}	radian pe secundă	rad/s	(1 rad) : (1 s)
Accelerație	a	LT^{-2}	metru pe secundă la pătrat	m/s^2	$(1\ m) : (1\ s)^2$
Accelerație unghiulară	φ	T^{-2}	radian pe secundă la pătrat	rad/s^2	$(rad) : (1\ s)^2$
Masă de volum (densitate)	ρ	$L^{-3}M$	kilogram pe metru cub	kg/m^3	$(1\ kg) : (1\ m)^3$
Forță	F	$LT^{-2}M$	newton	N	$[(1\ kg) \cdot (1\ m)] : (1\ s)^2$
Presiune (tensiune mecanică)	P	$L^{-1}T^{-2}M$	newton pe metru pătrat	N/m^2	$(1\ N) : (1\ m)^2$

2.3.2 (continuare)

Denumirea mărimii	Simbolul mărimii	Dimensiunea mărimii	Denumirea unității de măsură	Simbolul unității de măsură	Dimensiunea unității de măsură
Lucru mecanic Energie	L W, E	$L^2T^{-2}M$	joule	J	(1 N) : (1 m)
Putere	P	$L^2T^{-3}M$	watt	W	(1 J): (1 s)
Viscozitate dinamică	η	$L^{-1}T^{-1}M$	newton-secundă pe metru pătrat	Ns/m^2	(1 N) · (1 s): :$(1\ m)^2$
Viscozitate cinematică	ν	L^2T^{-1}	metru pătrat pe secundă	m^2/s	$(1\ m)^2$: (1 s)
Frecvență de rotație sau turație	n	T^{-1}	rotație pe secundă	rot/s	(1 rot): (1 s)
Debit de volum	Q_v	L^3T^{-1}	metru cub pe secundă	m^3/s	$(1\ m)^3$: (1 s)
Debit de masă	Q_m	$T^{-1}M$	kilogram pe secundă	kg/s	(1 kg): (1 s)
Momentul unei forțe, momentul unui cuplu	M	$L^2T^{-1}M$	newton-metru	N·m	(1 N): (1 m)
Gradientul presiunii	grad p	$L^{-2}T^{-2}M$	newton pe metru pătrat și metru	$N/m^2 \cdot m$	(1 N): [$(1\ m)^2$ · (1 m)]
Greutate specifică (ponderitate)	γ	$L^{-2}T^{-2}M$	newton pe metru cub	N/m^3	(1 N): $(1\ m)^3$
Impuls, cantitate de mișcare	H	$LT^{-1}M$	newton-secundă . .	N · s	(1 N) · (1 s)
Momentul impulsului	$\mathfrak{M}$	$L^2T^{-1}M$	newton-metru-secundă	N · m · s	(1 N) · (1 m) · (1 s)
Moment de inerție	J	L^2M	kilogram-metru pătrat	$kg \cdot m^2$	(1 kg) · $(1\ m)^2$
Densitate de energie	ω	$L^{-1}T^{-2}M$	joule pe metru cub	J/m^3	(1 J): $(1\ m)^3$
Energie specifică	W_s	L^2T^{-2}	joule pe kilogram	J/kg	(1 J): (1 kg)
Putere specifică	P_s	L^2T^{-3}	watt pe kilogram	W/kg	(1 W): (1 kg)
Fluiditate	φ	LTM^{-1}	metru pătrat pe newton-secundă	$m^2/N \cdot s$	$(1\ m)^2$: [(1 N) · (1 s)]

3.3. PREFIXELE MULTIPLILOR ŞI SUBMULTIPLILOR UNITĂŢILOR DE MĂSURĂ ÎN SISTEMUL ZECIMAL

În toate sistemele de unități de măsură se utilizează, în afară de unitățile fundamentale, unimultipli și submultipli ai lor. Numele acestora este derivat din numele unităților fundamentale prin adăugarea prefixelor conținute în tabel. Denumirile compuse astfel se scriu fără trăsătură de unire sau spații libere. Simbolurile respectivelor unități se scriu fără punct, în afară de sfîrșitul frazei. Se vor evita denumiri cu două prefixe: de exemplu nu se va folosi mμs sau kMW, ci ns și GW.

Simbolul multiplilor și submultiplilor se va considera ca un nou simbol deci se va scrie, de exemplu cm^3, mA^2 etc.

3.3

Prefixul		Multiplicatorul pentru unitatea de măsură	Simbolul
atto	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001	a
femto	10^{-15}	0,000 000 000 000 001	f
pico	10^{-12}	0,000 000 000 001	p
nano	10^{-9}	0,000 000 001	n
micro	10^{-6}	0,000 001	µ
mili	10^{-3}	0,001	m
centi	10^{-2}	0,01	c
deci	10^{-1}	0,1	d
deca	10^{1}	10	da
hecto	10^{2}	100	h
kilo	10^{3}	1 000	k
mega	10^{6}	1 000 000	M
giga	10^{9}	1 000 000 000	G
tera	10^{12}	1 000 000 000 000	T

3.4. MULTIPLII ŞI SUBMULTIPLII UNITĂŢILOR ŞI CU DENUMIRI SPECIALE

Tabelul conţine unii multipli şi submultipli ai unităţilor SI (v. 3.1) care au denumiri speciale des utilizate în practică. Aceşti multipli sau submultipli se pot reprezenta prin simbolul lor special sau prin prefixul prevăzut în tabelul 3.3.

Denumirea mărimii	Multiplul sau submultiplul unităţii de măsură	Denumirea multiplului sau submultiplului		Simbolul multiplului sau submultiplului pentru denumirea	
		cu prefix	specială	cu prefix	specială
Mărimi geometrice					
Lungime	10^{-15} m	femtometru	fermi	fm	—
	10^{-6} m	micrometru	micron	µm	µ
Arie	10^{-28} m^2		barn [1]		b
	10^{2} m^2	decametru pătrat	ar	dam^2	ar
	10^{4} m^2	hectometru pătrat	hectar	hm^2	ha
Volum	1m^3	metru cub	ster	m^3	st
Mărimi mecanice					
Acceleraţie	10^{-2} m/s^2	centimetru pe secundă la pătrat	gal	cm/s^2	gal
Masă	10^{3} kg	megagram	tonă	Mg	t
Forţă	10^{3} N	kilonewton	stena	kN	sn
Presiune	10^{-1} N/m^2	decinewton pe metru pătrat	barye	dN/m^2	barye
Viscozitate dinamică	10^{-1} N·s/m^2	decinewton-secundă pe metru pătrat	poise	dN·s/m^2	P
Frecvenţă	10^{12} Hz	terahertz	fresnel [2]	THz	—

[1] Pentru secţiuni eficace (σ) nucleare.
[2] Pentru frecvenţa radiaţiilor vizibile şi ultraviolete.

3.5. MULTIPLII ŞI SUBMULTIPLII UNITĂŢII DE TIMP

Multiplii şi submultiplii obişnuiţi ai unităţii de timp sînt unităţi necoerente (v. 3.1.5) şi au denumiri speciale conform tabelului alăturat:

Unitatea	Simbolul	Relaţia de transformare
minut	min	1 min = 60 s
ora	h	1 h = 60 m = 3600 s
zi	d	1 d = 24 h = 86400 s
an	a	1 a = 365,2422 d

3.6. MĂRIMI MOLARE. UNITĂŢI DE MASĂ CHIMICE

În domeniul chimiei, fizicii chimice, chimiei fizice şi a fizicei moleculare în afară de unităţile de bază indicate mai înainte se utilizează ca unitate de cantitate molul cu simbolul mol. Molul este definit ca o cantitate de substanţă care conţine un număr de particule elementare (atomi, molecule, ioni, electroni sau grupe de entităţi corespunzătoare unei anumite formule chimice) egal cu numărul de atomi în 12 g de carbon ^{12}C (v. 4.1 şi cap. 6).

Tabelul următor conţine unităţile chimice de cantitate de substanţă cu indicarea metodelor de calcul (v. cap. 5).

În chimia fizică toate mărimile extensive sînt raportate în general la un mol de substanţă (v. cap. 1 şi vol. III).

Unitatea	Simbolul	Definiţia
Atom-gram	atom-g	un număr de grame dintr-un element egal cu masa atomică (v. 4.1 şi cap. 6)
Mol (molecula gram)	mol	un număr de grame dintr-o substanţă egal cu masa sa moleculară
Kilomol	kmol	1 000 mol
Milimol	mmol	$\frac{1}{1\,000}$ mol
Echivalent-gram	val (echiv.-g)	un număr de grame dintr-o substanţă egal cu masa sa echivalentă, calculat conform următoarelor reguli: — pentru elemente: $\frac{\text{atom-g}}{\text{valenţa}}$ — pentru reacţiile de neutralizare sau precipitare: $\frac{\text{mol}}{\text{valenţa ionului}}$ — pentru reacţiile de oxido-reducere: $\frac{\text{mol (atom-g)}}{\text{variaţia valenţei}}$

3.7. UNITĂȚI DERIVATE (TOLERATE TEMPORAR)

Tabelele conțin unitățile folosite relativ des în practică, care nu fac parte din sistemul SI. Aceste unități sînt temporar tolerate. Tabelele conțin denumirile, simbolurile și factorii de transformare în unități SI. Pentru date complete v. tabelele 3.10—3.14.

Observații asupra unităților de volum și de capacitate. Metoda cea mai exactă pentru a determina conținutul (volumul) unui vas constă în *cîntărirea lui*, întîi gol și apoi plin cu un lichid (apă sau mercur) a cărui densitate este bine cunoscită (v. 5). Necesitatea de a folosi această metodă a condus la definirea metrologică în anul 1799 a unității de capacitate, denumită *litru*. Litrul a fost definit ca fiind egal cu volumul unui kilogram de apă pură, fără aer, la temperatura densității maxime (4°C) și la presiunea de o atmosferă. În consecință capacitatea de un litru a fost considerată egală cu volumul unui decimetru cub. Deoarece în anul 1875 a fost adoptat un nou kilogram etalon cu 28 mg mai greu decît prevede definiția originală, masa unui decimetru cub de apă pură, la 4° și 1 At, raportată la acest etalon internațional este de 0,999972 kg și astfel volumul unui kilogram de apă pură în condițiile indicate este 1,000027 dm^3. Desigur că diferențele de acest ordin de mărime (aproximativ $3 \cdot 10^{-4}$), dintre litru și decimetru cub, sînt fără o importanță practică în determinările sau în calculele obișnuite; vasele de laborator sînt etalonate în mililitri care pot fi considerați practic centimetri cubi. În măsurători exacte, de determinări de mase atomice sau determinări de mare precizie a densității, diferența trebuie luată în considerare.

Conform recomandărilor UICPA din anul 1963, litrul este *definit* ca fiind egal cu 1 000 cm^3 și deci diferența între unitățile de volum și de capacitate dispar (v. 4.1).

3.7.1. Unități derivate utilizate frecvent în afara sistemului SI (geometrice, mecanice, acustice)

Nr. crt.	Denumirea mărimii	Denumirea unității de măsură	Simbolul unității de măsură	Factorul de transformare a unității tolerate în unități ale sistemului SI
		Mărimi geometrice		
1	Lungime	unitate X	U X	10^{-13}m
		angström	Å	$\approx 10^{-10}$m (v. 4.1)
		inch (țol)	in	$2{,}54 \cdot 10^{-2}$m
		milă marimă	mlm	1852 m
		an lumină	—	$9{,}461 \cdot 10^{15}$m
		parsec	—	3,26 an lumină = $= 3{,}084 \cdot 10^{16}$ m
2	Volum, capacitate	litru	l	$1{,}000028 \cdot 10^{-3}m^3$ (pînă în 1963, v. 4.1)
		dublu decalitru	ddal	$2 \cdot 10^{-2}m^3$
3	Unghi plan	unghi drept	L	1,570796 rad
		grad (vechi)	°	$\frac{\pi}{180}$ rad = $= 0{,}01745329$ rad
		minut	′	$\frac{\pi}{10800}$ rad = $= 0{,}0002909$ rad

3.7.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea mărimii	Denumirea unității de măsură	Simbolul unității de măsură	Factorul de transformare a unității tolerate în unități ale sistemului SI
		secundă	″	$\frac{\pi}{64800}$ rad = 0,0000048 rad
		grad nou	g	$\frac{\pi}{200}$ rad = 0,0157080 rad
		Mărimi mecanice		
4	Viteză	kilometru pe oră	km/h	0,277 m/s
5	Frecvență de rotație sau turație	rotație pe minut	rot/min	$\frac{1}{60}$ rot/s
6	Masă	carat	ct	$\sim 2 \cdot 10^{-4}$ kg
		kilogram forță-secundă la pătrat pe metru	$kgf \cdot s^2/m$	9,80665 kg
7	Masă de volum (densitate specifică)	kilogram forță-secundă la pătrat pe metru la puterea a patra	$kgf \cdot s^2/m^4$	9,80665 kg/m^3
8	Dynă	dynă	dyn	10^{-5} N
	Kilogram forță	kilogram forță	kgf	9,80665 N
	Tonă forță	tonă forță	tf	$9{,}80665 \cdot 10^3$ N
9	Presiune (tensiune mecanică)	dynă pe centimetru pătrat	dyn/cm^2	0,1 N/m^2
		kilogram forță pe metru pătrat	kgf/m^2	9,80665 N/m^2
		torr (mm Hg)	torr	133,22 N/m^2
		atmosferă tehnică	at sau kgf/cm^2	$9{,}80665 \cdot 10^4 N/m^2$
		bar	bar	10^5 N/m^2
		atmosferă fizică	At (atm)	$1{,}013250 \cdot 10^5 N/m^2$
10	Momentul unei forțe sau al unui cuplu	dynă-centimetru	$dyn \cdot cm$	$10^{-7} N \cdot m$
		kilogram forță-metru	$kgf \cdot m$	9,80665 $N \cdot m$
11	Greutate specifică (ponderitate)	dynă pe centimetru cub	dyn/cm^3	10 N/m^3
		kilogram forță pe metru cub	kgf/m^3	9,80665 N/m^3
12	Impuls, cantitate de mișcare	dynă-secundă	$dyn \cdot s$	10^{-5} $N \cdot s$
		kilogram forță-secundă	$kgf \cdot s$	9,80665 $N \cdot s$
13	Momentul impulsului	dynă-centimetru-secundă	$dyn \cdot cm \cdot s$	$10^{-7} N \cdot m \cdot s$
		kilogram forță-metru-secundă	$kgf \cdot m \cdot s$	9,80665 $N \cdot m \cdot s$

3.7.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea mărimii	Denumirea unității de măsură	Simbolul unității de măsură	Factorul de transformare a unității tolerate în unități ale sistemului SI
14	Moment de inerție	gram-centimetru la pătrat	$g \cdot cm^2$	10^{-7} $kg \cdot m^2$
		kilogram forță-metru-secundă la pătrat	$kgf \cdot m \cdot s^2$	9,80665 $kg \cdot m^2$
15	Lucru mecanic, energie	erg	erg	10^{-7} J
		kilogram forță-metru (kilogrammetru)	kgfm	9,80665 J
16	Densitate de energie	erg pe centimetru cub	erg/cm^3	0,1 J/m^3
17	Energie specifică	erg pe gram	erg/g	10^{-4} J/kg
18	Putere	erg pe secundă	erg/s	10^{-7} W
		kilogram forță-metru pe secundă	kgm/s	9,80665 W
		cal putere (v. tabelul 3.8.15)	CP	735,499 W
19	Putere specifică	erg pe secundă-gram	$erg/s \cdot g$	10^{-4} W/kg
20	Viscozitate dinamică	poise	P	0,1 $N \cdot s/m^2$
		kilogram forță-secundă pe metru pătrat	$kgf \cdot s/m^2$	9,80665 $N \cdot s/m^2$
21	Fluiditate	poise la puterea minus unu	P^{-1}	10 $m^2/N \cdot s$
		metru pătrat pe kilogram forță-secundă	$m^2/kgf \cdot s$	$\frac{1}{9,80665}$ $m^2/N \cdot s$
		stokes	St	10^{-4} m^2/s
		Mărimi acustice		
22	Viteza de volum (flux de viteză acustică) (V)	centimetru cub pe secundă	cm^3/s	10^{-6} m^3/s
23	Presiune acustică (P)	newton pe centimetru pătrat	N/cm^2	$10^4 N/m^2$
24	Energie acustică (W)	erg	erg	10^{-7} J
25	Densitate de energie acustică (E)	erg pe centimetru cub	erg/cm^3	0,1 J/m^3
26	Flux de energie acustică (θ) (putere acustică)	erg pe secundă	erg/s	10^{-7} W
27	Intensitate acustică (I)	erg pe secundă-centimetru pătrat	$erg/s \cdot cm^2$	$10^3 W/m^2$
28	Impedanță acustică (Z_a)	dynă-secundă pe centimetru la puterea a cincea	$dyn \cdot s/cm^5$	$10^5 N \cdot s/m^5$

Nr. crt.	Denumirea mărimii	Denumirea unității de măsură	Simbolul unității de măsură	Factorul de transformare a unității tolerat în unități ale sistemului SI
29	Impedanță acustică specifică (Z_s)	dynă-secundă pe centimetru la puterea a treia	dyn · s/cm^3	10 N · s/m^3
30	Nivel de presiune acustică (*N.P.*) $\left(20 \lg \frac{p}{p_0}\right)$	decibel	dB	— presiunea acustică de referință se ia: $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ N/m^2 = $= 2 \cdot 10^{-4}$ μ bar
31	Nivel de intensitate acustică (*N.I*) $\left(10 \lg \frac{I}{I_0}\right)$			— intensitatea acustică de referință se ia: $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 = $= 10^{-16}$ W/cm^2
32	Nivel de putere acustică (*N.P*) $\left(10 \lg \frac{P}{P_0}\right)$			— puterea de referință se ia: $P_0 = 10^{-12}$ W
33	Nivel de tărie [1]) $\left(20 \lg \frac{p}{p_0} \text{ la 1 kHz}\right)$	fon	fon	— presiunea acustică eficace de referință se ia: $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ N/m^2

[1]) Relația între soni *S* și foni *F* este $S = 2^{\frac{F-40}{10}}$: *S* în soni măsoară zgomotul.

3.7.2. Unități de unghi plan

Denumirea și simbolul mărimii	Unitatea de măsură denumire și simbol	Relațiile de transformare
Unghi plan, α, β, γ ...	unghi drept L	
	a) submultipli vechi:	
	— grad vechi	$1° = \frac{1^L}{90} = \frac{\pi}{180}$ rad
	— minut (sexagesimal)′	$1' = \frac{1°}{60} = 0{,}0002909$ rad
	— secundă (sexagesimală)″	$1'' = \frac{1'}{60} = 0{,}0000048$ rad
	— submultiplii secundei sexagesimale sînt zecimale	
	b) submultiplii noi:	
	— grad nou (gon), g	$1^g = \frac{1^L}{100} = \frac{\pi}{200}$ rad
	— minut centesimal, c	$1^c = \frac{1^g}{100} = 0{,}0001571$ rad

Denumirea şi simbolul mărimii	Unitatea de măsură denumire şi simbol	Relaţiile de transformare
Unghi plan, α, β, γ	— secundă centesimală, cc	$1^{cc} = \frac{1^{c}}{100} = 0{,}0000016$ rad
	— submultiplii secundei centesimale sînt zecimali	
	— miime instrumentală de 6400, m_i (în tehnica militară)	$1\ m_i = \frac{2\pi}{6400}$ rad $= 0{,}00098175$ rad
	— miime instrumentală (Rimailho) de 6000	$1\ m_R = \frac{2\pi}{6000}$ rad $= 0{,}00104720$ rad

3.7.3. Relaţiile dintre unităţile de unghi plan

unitate	°	g	rad	L
1°	1	$10/9 = 1{,}111111\ldots$	$\pi/180 =$ $= 0{,}01745329$	$1/90 =$ $= 0{,}011111$
1^{g}	$9/10 = 0{,}9$	1	$\pi/200 = 0{,}0157080$	$1/100 = 0{,}01$
1 rad	$180/\pi =$ $= 57°17'44'',8 =$ $= 57{,}29578$	$200/\pi = 63{,}661977$	1	$2/\pi = 0{,}636620$
1^{L}	90	100	$\pi/2 = 1{,}570796$	1

3.7.4. Convertirea unităţilor obişnuite de energie

Unitatea de energie	joule (Ws)	erg	kWs	kcal	$cm^3 \cdot atm$	l · atm	R · °K
1 joule	1	10^{7}	10^{-3}	$2{,}3892 \cdot 10^{-4}$	9,8692	$1{,}019 \cdot 10^{-2}$	0,1202
1 erg	10^{-7}	1	10^{-10}	$2{,}3892 \cdot 10^{-11}$	$9{,}869 \cdot 10^{-7}$	$1{,}019 \cdot 10^{-9}$	$1{,}202 \cdot 10^{-8}$
1 kWs	10^{3}	10^{10}	1	0,23892	$9{,}869 \cdot 10^{3}$	10,19	$1{,}202 \cdot 10^{2}$
1 kcal	$4{,}186 \cdot 10^{3}$	$4{,}186 \cdot 10^{10}$	4,186	1	$4{,}13075 \cdot 10^{4}$	42,650	$5{,}031 \cdot 10^{2}$
1 $cm^3 \cdot atm$	0,101325	$1{,}013225 \cdot 10^{6}$	$1{,}01325 \cdot 10^{4}$	$2{,}421 \cdot 10^{-3}$	1	$1{,}033 \cdot 10^{-3}$	$1{,}218 \cdot 10^{-2}$
1 l·atm	98,0690	$9{,}8069 \cdot 10^{8}$	$9{,}8069 \cdot 10^{-2}$	$2{,}343 \cdot 10^{-2}$	$9{,}678 \cdot 10^{2}$	1	11,788
1 R·°K	8,31433	$8{,}314 \cdot 10^{7}$	$8{,}314 \cdot 10^{-3}$	$1{,}9865 \cdot 10^{-3}$	82,057	$8{,}472 \cdot 10^{-2}$	1

---

[1] V. şi 3.8.14. şi 3.28.

3.8. UNITĂȚI ALE MĂRIMILOR MECANICE ÎN SISTEMELE SI, CGS ȘI MKfS

Tabelele conțin unitățile derivate importante în sistemele SI, CGS și MKfS cu relațiile de transformare din una în cealaltă. După cum s-a arătat (v. 3.1) unitățile în sistemele generale SI și CGS se bazează pe unitățile fundamentale respective de lungime, timp și masă. În sistemul MKfS, cu o utilizare limitată în mecanică, unitățile derivate se bazează pe unitățile fundamentale de lungime (m), forță (kilogram forță) și timp (secundă); forța de 1 kgf este

3.8.1. Unități mecanice ale sistemelor SI, CGS și MKfS

Mărimea și simbolul	Ecuația de definiție	Unitatea de măsură în sistemul	
		SI	CGS
		Denumire și simbol	
Viteză v	$v = \frac{l}{t}$	metru pe secundă, m/s	centimetru pe secundă, cm/s
Accelerație a	$a = \frac{v}{t}$	metru pe secundă la pătrat, m/s^2	centimetru pe secundă la pătrat, cm/s^2
Viteză unghiulară ω	$\omega = \frac{\alpha}{t}$	unu pe secundă, s^{-1}	unu pe secundă, s^{-1}
Viteză de rotație ω	$\omega = \frac{\alpha}{t}$	radian pe secundă, rad/s	radian pe secundă, rad/s
Accelerația unghiulară α	$\alpha = \frac{\omega}{t}$	unu pe secundă la pătrat, s^{-2}	unu pe secundă la pătrat, s^{-2}
Accelerație de rotație	$\alpha = \frac{\omega}{t}$	radian pe secundă la pătrat, rad/s^2	radian pe secundă la pătrat, rad/s^2
Masă m	—	kilogram, kg	gram, g
Forță F	$F = ma$	newton, N	dynă, dyn
Densitate (masă specifică) ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	kilogram pe metru cub, kg/m^3	gram pe centimetru cub, g/cm^3
Greutate specifică (ponderitate), γ	$\gamma = \frac{G}{V}$	newton pe metru cub, N/m^3	dynă pe centimetru cub, dyn/cm^3
Presiune p	$p = \frac{F}{A}$	newton pe metru pătrat (pascal), N/m^2	dynă pe centimetru pătrat, dyn/cm^2, barye sau microbar (μ bar)
Lucru mecanic W (A, L) Energie E, W Energie cinetică E_c Energie potențială E_p (U, V)	$W = Fl$	joule, J	erg, erg

egală cu greutatea masei de 1 kg și deci în acest sistem masa este o mărime derivată a cărei dimensiune derivă din raportul forței și accelerației:

$$\underset{\text{(MKfS)}}{\text{unitatea de masă}} = \frac{\text{kgf}\cdot\text{s}^2}{\text{m}}$$

Transformările în unitățile MKfS corespund greutății normale, deci greutății unui corp într-un loc cu accelerația normală a căderii libere $g_n = 9{,}80665\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ (v. 4.1).

Dimensiunile	Unitatea de măsură în sistemul MKfS	Dimensiunile	Relațiile de transformare
	Denumire și simbol		
LT^{-1}	metru pe secundă, m/s	LT^{-1}	1 m/s = 10^2 cm/s
LT^{-2}	metru pe secundă la pătrat, m/s²	LT^{-2}	1 m/s = 10^2 cm/s
T^{-1}	unu pe secundă, s^{-1}	T^{-1}	
T^{-1}	radian pe secundă, rad/s	T^{-1}	
T^{-2}	unu pe secundă la pătrat, s^{-2}	T^{-2}	
T^{-2}	radian pe secundă la pătrat, rad/s²	T^{-2}	
M	kilogram forță-secundă la pătrat pe metru kgf/ · s²/m²	$L^{-1}FT^2$	1 kg = 10^3g 1 kgf · s²/m = 9,80665 kg
LMT^{-2}	kilogram forță, kgf	F	1 N = 10^5 dyn 1 kgf = 9,80665 N
$L^{-2}M$	kilogram forță-secundă la pătrat pe metru la puterea a patra, kgf · s²/m⁴	$L^{-4}FT^2$	1 kg/m³ = 10^{-3} g/cm³ 1 kgf · s²/m⁴ = 9,80665 · 10^5 kg/m³
$L^{-2}MT^{-2}$	kilogram forță pe metru cub, kgf/m³	$L^{-3}F$	1 N/m³ = 10^{-1} dyn/cm³ 1 kgf/cm³ = 9,80665 N/m³
$L^{-1}MT^{-2}$	kilogram forță pe metru pătrat, kgf/m²	$L^{-2}F$	1 N/m² = 10 dyn/cm² 1 kgf/m² = 9,80665 N/m²
L^2MT^{-2}	kilogram forță-metru (kilogram-metru), kgf · m	LF	1 J = 10^7 erg 1 kgf · m = 9,80665 J

Mărimea și simbolul	Ecuația de definiție	Unitatea de măsură în sistemul	
		SI	CGS
		Denumire și simbol	
Putere P	$P = \frac{W}{t}$	watt, W	erg pe secundă, erg/s
Momentul unei forțe M Momentul unui cuplu T	$M = Fl$	newton-metru, N · m	dynă-centimetru, dyn · cm
Moment (dinamic) de inerție I	$I = ml^2$	kilogram-metru pătrat, kg · m^2	gram-centimetru pătrat, g · cm^2
Impuls p (cantitate de mișcare)	$p = mv$	kilogram-metru pe secundă, kg · m/s	gram-centimetru pe secundă, g · cm/s
Percuție I	$I = Ft$	newton-secundă, N · s	dynă-secundă, dyn · s
Modul de elasticitate E, G (v. 1.3.2.)	$E = \frac{F/A}{\Delta l/l}$	newton pe metru pătrat, N/m^2	dynă pe centimetru pătrat, dyn/cm^2
Tensiune superficială σ, γ	$\sigma = \frac{F}{l}$	newton pe metru, N/m	dynă pe centimetru, dyn/cm
Viscozitate dinamică η	$F = \eta \frac{A dv}{dz}$	newton-secundă pe metru pătrat, N · s/m^2	poise, P
Viscozitate cinematică ν	$\nu = \frac{\eta}{\rho}$	metru pătrat pe secundă, m^2/s	stokes, St

3.8.2. Convertirea unităților de viteză

Unitatea	m/s	cm/s	km/h
1 m/s	1	10^2	3,6
1 cm/s	10^{-2}	1	$3{,}6 \cdot 10^{-2}$
1 km/h	$2{,}777 \cdot 10^{-1}$	$2{,}777 \cdot 10$	1

3.8.3. Convertirea unităților de accelerație

Unitatea	m/s^2	cm/s^2 (Gal)	m Gal
1 m/s^2	1	10^2	10^5
1 cm/s^2 (Gal=galileu)	10^{-2}	1	10^3
1 mGal	10^{-5}	10^{-3}	1

Dimensiunile	Unitatea de măsură în sistemul MKfS — Denumire şi Simbol	Dimensiunile	Relaţiile de transformare
L^2MT^{-3}	kilogram-forţă-metru pe secundă, kgf · m/s (v. tabelul 3.8.15)	LFT^{-1}	1 W = 10^7 erg/s 1 kgf · m/s = 9,80665 W
L^2MT^{-2}	kilogram-forţă-metru, kgf · m	LF	1 N · m = 10^7 dyn · cm 1 kgf · m = 9,80665 N · m
L^2M	kilogram-forţă-metru-secundă la pătrat, kgf · m · s^2	LFT^2	1 kg · m^2 = 10^7 g · cm^2 1 kgf · m · s^2 = 9,80665 kg · m^2
LMT^{-1}	kilogram-forţă-secundă, kgf · s	FT	1 kg · m/s = 10^5 g · cm/s 1 kgf · s = 9,80665 kg · m/s
LMT^{-1}	kilogram-forţă-secundă, kgf · s	FT	1 N · s = 10^5 dyn · s 1 kgf · s = 9,80665 N · s
$L^{-1}MT^{-2}$	kilogram-forţă pe metru pătrat, kgf/m^2	$L^{-2}F$	1 N/m^2 = 10 dyn/cm^2 1 kgf/m^2 = 9,80665 N/m^2
MT^{-2}	kilogram-forţă pe metru, kg/m	$L^{-1}F$	1 N/m = 10^3 dyn/cm 1 kgf/m = 9,80665 N/m
$L^{-1}MT^{-1}$	kilogram-forţă-secundă pe metru pătrat, kgf · s/m^2	$L^{-2}FT$	1 N · s/m^2 = 10 P = 1 Pl (poiseuille) 1 kgf · s/m^2 = 9,80665 N s/m^2
L^2T^{-1}	metru pătrat pe secundă, m^2/s	L^2T^{-1}	1 m^2/s = 10^4 St.

3.8.4. Convertirea unităţilor de viteză de rotaţie

Unitatea	rad/s	°/s	g/s	rot/s	rot/min
1 rad/s	1	57,296	63,662	$1{,}5916 \cdot 10^{-1}$	9,5493
1 °/s	$1{,}7453 \cdot 10^{-2}$	1	1,111	$2{,}777 \cdot 10^{-3}$	$1{,}6667 \cdot 10^{-1}$
1 g/s	$1{,}5708 \cdot 10^{-2}$	0,9	1	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	$1{,}5 \cdot 10^{-1}$
1 rot/s	6,2832	360	400	1	60
1 rot/min	$1{,}0472 \cdot 10^{-1}$	6	6,6667	$1{,}6667 \cdot 10^{-2}$	1

3.8.5. Convertirea unităţilor de acceleraţie de rotaţie

Unitatea	rad/s^2	°/s^2	^{g}/s^2	rot/s^2	rot/min · s	rot/min^2
1 rad/s^2	1	57,296	63,662	$1{,}5916 \cdot 10^{-1}$	9,543	572,96
1 °/s^2	$1{,}7453 \cdot 10^{-2}$	1	1,1111	$2{,}777 \cdot 10^{-1}$	$1{,}6667 \cdot 10^{-1}$	10
1 ^{g}/s^2	$1{,}5708 \cdot 10^{-2}$	0,9	1	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	$1{,}5 \cdot 10^{-1}$	9
1 rot/s^2	6,2832	360	400	1	60	$3{,}6 \cdot 10^3$
1 rot/min · s	$1{,}0472 \cdot 10^{-1}$	6	6,6667	$1{,}6667 \cdot 10^{-2}$	1	60
1 rot/min^2	$1{,}7453 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1{,}111 \cdot 10^{-1}$	$2{,}7777 \cdot 10^{-4}$	$1{,}6667 \cdot 10^2$	1

3.8.6. Convertirea unităților de masă

Unitatea	kg	g	t	$gf \cdot s^2/cm$	$kgf \cdot s^2/m$
1 kg	1	10^3	10^{-3}	1,01972	$1,01972 \cdot 10^{-1}$
1 g	10^{-3}	1	10^{-6}	$1,01972 \cdot 10^{-3}$	$1,01972 \cdot 10^{-4}$
1 t	10^3	10^6	1	$1,01972 \cdot 10^3$	$1,01972 \cdot 10^2$
1 $gf \cdot s^2/cm$	$9,80665 \cdot 10^{-1}$	$9,80665 \cdot 10^2$	$9,80665 \cdot 10^{-4}$	1	10^{-1}
1 $kgf \cdot s^2/m$	9,80665	$9,80665 \cdot 10^3$	$9,80665 \cdot 10^{-3}$	10	1

3.8.7. Convertirea unităților de densitate (masă specifică)

Unitatea	kg/m^3	g/cm^3	g/m^3	t/m^3	$kgf \cdot s^2/m^4$	$gf \cdot s^2/cm^4$
1 kg/m^3	1	10^{-3}	10^3	10^{-3}	$1,01972 \cdot 10^{-1}$	$1,01972 \cdot 10^{-6}$
1 g/cm^3	10^3	1	10^6	1	$1,01972 \cdot 10^2$	$1,01972 \cdot 10^{-3}$
1 g/m^3	10^{-3}	10^{-6}	1	10^{-6}	$1,01972 \cdot 10^{-4}$	$1,01972 \cdot 10^{-9}$
1 t/m^3	10^3	1	10^6	1	$1,01972 \cdot 10^2$	$1,01972 \cdot 10^{-3}$
1 $kgf \cdot s^2/m^4$	9,80665	$9,80665 \cdot 10^{-3}$	$9,80665 \cdot 10^3$	$9,80665 \cdot 10^{-3}$	1	10^{-5}
1 $gf \cdot s^2/cm^4$	$9,80665 \cdot 10^5$	$9,80665 \cdot 10^2$	$9,80665 \cdot 10^8$	$9,80665 \cdot 10^2$	10^5	1

3.8.8. Convertirea unităților de forță

Unitatea	N	dyn	gf	kgf	tf
1 N	1	10^5	$1,01972 \cdot 10^2$	$1,01972 \cdot 10^{-1}$	$1,01972 \cdot 10^{-4}$
1 dyn	10^{-5}	1	$1,01972 \cdot 10^{-3}$	$1,01972 \cdot 10^{-6}$	$1,01972 \cdot 10^{-9}$
1 gf	$9,80665 \cdot 10^{-3}$	$9,80665 \cdot 10^2$	1	10^{-3}	10^{-6}
1 kgf	9,80665	$9,80665 \cdot 10^5$	10^3	1	10^{-3}
1 tf	$9,80665 \cdot 10^3$	$9,80665 \cdot 10^8$	10^6	10^3	1

3.8.9. Convertirea unităților de greutate specifică (ponderitate)

Unitatea	N/m^3	dyn/cm^3	kgf/m^3	gf/cm^3
1 $N/^3$	1	10^{-1}	$1,0197 \cdot 10^{-1}$	$1,0197 \cdot 10^{-4}$
1 dyn/cm^3	10	1	1,0197	$1,0197 \cdot 10^{-3}$
1 kgf/m^3	9,80665	$9,80665 \cdot 10^{-1}$	1	10^{-3}
1 gf/cm^3	$9,80665 \cdot 10^3$	$9,80665 \cdot 10^2$	10^3	1

3.8.10. Convertirea unităților de tensiune superficială

Unitatea	N/m	dyn/cm	gf/cm	mgf/mm	kgf/m
1 N/m	1	10^{3}	$1{,}020$	$1{,}020 \cdot 10^{2}$	$1{,}020 \cdot 10^{-1}$
1 dyn/cm ($1\ erg/cm^2$)	10^{-3}	1	$1{,}020 \cdot 10^{-3}$	$1{,}020 \cdot 10^{-1}$	$1{,}020 \cdot 10^{-4}$
1 gf/cm	$9{,}807 \cdot 10^{-1}$	$9{,}807 \cdot 10^{2}$	1	10^{2}	10^{-1}
1 mgf/mm	$9{,}807 \cdot 10^{-3}$	$9{,}807$	10^{-2}	1	10^{-3}
1 kgf/m	$9{,}807$	$9{,}807 \cdot 10^{3}$	10	10^{3}	1

3.8.11. Convertirea unităților de presiune

Unitatea	N/m^2	kgf/m^2 ($\approx mm\ H_2O$)	at (kgf/cm^2)	atm	torr (mm Hg)	bar (Mbarye)
$1\ N/m^2$	1	$1{,}01972 \cdot 10^{-1}$	$1{,}01972 \cdot 10^{-5}$	$0{,}98692 \cdot 10^{-5}$	$0{,}75006 \cdot 10^{-2}$	10^{-5}
$1\ kgf/m^2$ ($\approx 1\ mm\ H_2O$)	$9{,}80665$	1	10^{-4}	$9{,}67841 \cdot 10^{-5}$	$0{,}73556 \cdot 10^{-1}$	$0{,}980665 \cdot 10^{-4}$
1 at $1\ kgf/cm^2$	$0{,}980665 \cdot 10^{5}$	10^{4}	1	$0{,}967841$	$735{,}56$	$0{,}980665$
1 atm	$1{,}01325 \cdot 10^{5}$	$1{,}03323 \cdot 10^{4}$	$1{,}03323$	1	760	$1{,}01325$
1 torr (mm Hg)	$1{,}33322 \cdot 10^{2}$	$1{,}35951 \cdot 10$	$1{,}35951 \cdot 10^{-3}$	$1{,}31579 \cdot 10^{-3}$	1	$1{,}33322 \cdot 10^{-3}$
1 bar (Mbarye)	10^{5}	$1{,}01972 \cdot 10^{4}$	$1{,}01972$	$0{,}98692$	$750{,}06$	1

3.8.12. Convertirea unităților de viscozitate dinamică

Unitatea	$N \cdot s/m^2$	$N \cdot h/m^2$	P	cP	mP	μP	$kgf \cdot s/m^2$	$kgf \cdot h/m^2$
$1\ N \cdot s/m^2$	1	$2{,}778 \cdot 10^{-4}$	10	10^{3}	10^{4}	10^{7}	$1{,}020 \cdot 10^{-1}$	$2{,}833 \cdot 10^{-5}$
$1\ N \cdot h/m^2$	$3{,}6 \cdot 10^{3}$	1	$3{,}6 \cdot 10^{4}$	$3{,}6 \cdot 10^{6}$	$3{,}6 \cdot 10^{7}$	$3{,}6 \cdot 10^{10}$	$3{,}671 \cdot 10^{2}$	$1{,}020 \cdot 10^{-1}$
1 P	10^{-1}	$2{,}778 \cdot 10^{-5}$	1	10^{2}	10^{3}	10^{6}	$1{,}020 \cdot 10^{-2}$	$2{,}833 \cdot 10^{-6}$
1 cP	10^{-3}	$2{,}778 \cdot 10^{-7}$	10^{-2}	1	10	10^{4}	$1{,}020 \cdot 10^{-4}$	$2{,}833 \cdot 10^{-8}$
1 mP	10^{-4}	$2{,}778 \cdot 10^{-8}$	10^{-3}	10^{-1}	1	10^{3}	$1{,}020 \cdot 10^{-5}$	$2{,}833 \cdot 10^{-9}$
$1\ \mu P$	10^{-7}	$2{,}778 \cdot 10^{-11}$	10^{-6}	10^{-4}	10^{-3}	1	$1{,}020 \cdot 10^{-8}$	$2{,}833 \cdot 10^{-12}$
$1\ kgf \cdot s/m^2$	$9{,}807$	$2{,}724 \cdot 10^{-3}$	$9{,}807 \cdot 10$	$9{,}807 \cdot 10^{3}$	$9{,}807 \cdot 10^{4}$	$9{,}807 \cdot 10^{7}$	1	$2{,}778 \cdot 10^{-4}$
$1\ kgf \cdot h/m^2$	$3{,}531 \cdot 10^{4}$	$9{,}807$	$3{,}531 \cdot 10^{5}$	$3{,}531 \cdot 10^{7}$	$3{,}532 \cdot 10^{8}$	$3{,}531 \cdot 10^{11}$	$3{,}6 \cdot 10^{3}$	1

3.8.13. Convertirea unităților de viscozitate cinematică

Unitatea	m²/s	St	cSt	mSt	µSt	m²/h
1 m²/s	1	10^{4}	10^{6}	10^{7}	10^{10}	$3{,}6 \cdot 10^{3}$
1 St	10^{-4}	1	10^{2}	10^{3}	10^{6}	$3{,}6 \cdot 10^{-1}$
1 cSt	10^{-6}	10^{-2}	1	10	10^{4}	$3{,}6 \cdot 10^{-3}$
1 mSt	10^{-7}	10^{-3}	10^{-1}	1	10^{3}	$3{,}6 \cdot 10^{-4}$
1 µSt	10^{-10}	10^{-6}	10^{-4}	10^{-3}	1	$3{,}6 \cdot 10^{-7}$
1 m²/h	$2{,}778 \cdot 10^{-4}$	2,778	$2{,}778 \cdot 10^{2}$	$2{,}778 \cdot 10^{3}$	$2{,}778 \cdot 10^{6}$	1

3.8.14. Convertirea unităților de energie

Unitatea	J	erg	kgf · m	cal	kcal	kWh
1 J	1	10^{7}	0,10197	0,23892	$0{,}23892 \cdot 10^{-3}$	$2{,}777 \cdot 10^{-7}$
1 erg	10^{-7}	1	$0{,}10197 \cdot 10^{-7}$	$0{,}23892 \cdot 10^{-7}$	$0{,}23892 \cdot 10^{-10}$	$2{,}777 \cdot 10^{-14}$
1 kgf · m	9,80665	$9{,}80665 \cdot 10^{7}$	1	2,3430	$2{,}343 \cdot 10^{-3}$	$2{,}72411 \cdot 10^{-6}$
1 cal	4,186	$4{,}186 \cdot 10^{7}$	$4{,}2680 \cdot 10^{-1}$	1	10^{-3}	$1{,}16261 \cdot 10^{-6}$
1 kcal	$4{,}186 \cdot 10^{3}$	$4{,}186 \cdot 10^{10}$	426,80	10^{3}	1	$1{,}16261 \cdot 10^{-3}$
1 kWh	$3{,}6 \cdot 10^{6}$	$3{,}6 \cdot 10^{13}$	$3{,}67092 \cdot 10^{5}$	$860{,}11 \cdot 10^{3}$	860,11	1

3.8.15. Convertirea unităților de putere

Unitatea	W	erg/s	kW	kgf · m/s	CP
1 W	1	10^{7}	10^{-3}	$1{,}01972 \cdot 10^{-1}$	$1{,}35962 \cdot 10^{-3}$
1 erg/s	10^{-7}	1	10^{-10}	$1{,}01972 \cdot 10^{-8}$	$1{,}35962 \cdot 10^{-10}$
1 kW	10^{3}	10^{10}	1	$1{,}01972 \cdot 10^{2}$	1,35962
1 kgf · m/s	9,80665	$9{,}80665 \cdot 10^{7}$	$9{,}80665 \cdot 10^{-3}$	1	$1{,}33333 \cdot 10^{-2}$
1 CP	$7{,}35499 \cdot 10^{2}$	$7{,}35499 \cdot 10^{9}$	$7{,}35499 \cdot 10^{-1}$	75	1

3.9. UNITĂȚI MECANICE ÎN AFARA SISTEMELOR SI, CGS ȘI MKfS

Mărimea și simbolul	Unitatea de măsură		Relațiile cu unitățile sistemelor	Domeniul de aplicare
	Denumirea	Simbolul		
Viteză, v	nod	Nd	1 Nd = 1 mlm/h = = 1852 m/h (v. tabelul 3.7.1)	Se foloseșre în navigația maritimă
Masă m, M	carat	ct	1 ct = 0,2 g	Tolerat în comerțul pietrelor prețioase
Putere P (v. tabelul 3.8.15; 3.28.2)	cal-putere	CP	$1\ \mathrm{CP} = 75\ \mathrm{kgf \cdot m/s} = 735{,}499\ \mathrm{W}$	Se va evita folosirea
Presiune p (v. tabelul 3.8.11; 3.24)	atmosferă normală	atm	$1\ \mathrm{atm} = 1{,}01325\ \mathrm{N/m^2} = 1{,}03313\ \mathrm{kgf/cm^2}$	Se folosește: în metrologie și fizică
	torr	torr	$1\ \mathrm{torr} = 1\ \mathrm{mm\ Hg} = \frac{1}{760}\ \mathrm{atm}$	în metrologie, fizică și tehnică
	milimetru coloană de mercur	mm Hg		
	milimetru coloană de apă	mm H_2O	$1\ \mathrm{mm\ H_2O} = 9{,}80665\ \mathrm{N/m^2} = 9{,}67841 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{atm}$	în tehnică

3.10. UNITĂȚI DE MĂSURĂ, CALORICE ȘI TERMODINAMICE

Metodele calorimetrice moderne constau în măsurarea cantității de energie electrică necesară pentru obținerea unui anumit efect termic (repetarea efectului termic produs de un proces fizic sau chimic sau compensarea acestui efect, în calorimetrele diferențiale dinamice). În consecință, datele măsurătorilor calorimetrice se reprezintă prin unități de energie electrică (în sistemul SI, Joule).

Datele numeroase existente în tabelele termodinamice actuale sînt reprezentate prin unitatea de energie calorică, caloria, corespunzătoare energiei care ridică temperatura unui gram de apă de la 14,5 la 15,5°C, la presiune constantă (v. cap. 4).

Relația de transformare conform definiției este:

$$1\ \mathrm{cal} = 4{,}184\ \mathrm{J}\quad (\text{v. cap. } 4).$$

În calculele practice se utilizează cîteodată caloria medie, definită prin ecuația:

$$1\ \mathrm{cal} = 10^{-2}\int_{0^\circ\mathrm{C}}^{100^\circ\mathrm{C}} C_p^t(\mathrm{H_2O})\, dt$$

al cărei echivalent este

$$1\ \mathrm{cal} = 4,\ 1896\ \mathrm{J}.$$

Tabelele internaționale cu date termodinamice ale aburilor folosesc o altă definiție a caloriei:

$$1\ \mathrm{cal.\ T.I.} = 4{,}18674\ \mathrm{J}$$

respectiv $1\ \mathrm{J} = 0{,}238846\ \mathrm{cal.\ T.I.}$

Tabelul următor conține o listă completă a unităților de măsură a relațiilor de definiție a mărimilor și a relațiilor de transformare utilizate în căldură, transmiterea căldurii și în termodinamică (v. 3.29).

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Temperatură T (scara termodinamică absolută)	Mărimea fundamentală	θ	SI CGS	grad Kelvin (grad absolut)
θ, t (scara Celsius)			În afara sistemelor	grad Celsius
Căldură (cantitate de căldură) Q	$Q = \Delta W - L$ (W este energia, iar L este lucru mecanic)	L^2MT^{-2}	SI	joule
			CGS În afara sistemelor	erg caloria
				kilocaloria
Capacitatea calorică C	$C = \dfrac{Q}{\Delta\theta}$	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}$	SI	joule pe grad
			CGS	erg pe grad
Căldură specifică sau capacitate calorică specifică c	$c = \dfrac{C}{m} = \dfrac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	SI	joule pe kilogram-grad
			CGS	erg pe gram-grad

3.10 (continuare)

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
°K grd	Unitatea fundamentală (v. tabelul 2.1)		Simbolul „grd" se utilizează pentru unitățile diferențelor de temperaturi
°C grd		1 °C = 1°K	Scara Celsius diferă de scara termodinamică prin punctul zero $T = 0 + 273{,}15$
J	Cantitatea de căldură echivalentă cu unitatea mecanică de energie de un joule		1 J $\approx 10^{7}$ erg $\approx$ $\approx 0{,}102$ kgf · m $\approx$ $\approx 0{,}24$ cal $\approx$ $\approx 0{,}24 \cdot 10^{-3}$ kcal $\approx$ $\approx 2{,}78 \cdot 10^{-7}$ kWh
erg		1 erg = 10^{-7} J	
cal	Cantitatea de căldură necesară unui gram de apă pură pentru a-i ridica temperatura de la 14,5 °C la 15,5°C sub presiunea de 1,013250 bari	1 cal = 4,1816 J = 10^{-3} kcal = 0,4264 kgf·m = $1{,}6164 \cdot 10^{-6}$ kWh	
kcal		1 kcal = 10^{3} cal = 418 J = 426,4 kgf · m = $1{,}6164 \cdot 10^{-3}$ kWh	1 kWh $\approx$ 860 kal
$\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{grd}}$	Capacitatea calorică a corpului a cărui temperatură crește cu un grad, cînd primește o cantitate de căldură de un joule		
$\frac{\mathrm{erg}}{\mathrm{grd}}$		$1\,\frac{\mathrm{erg}}{\mathrm{grd}} = 10^{-7}\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{grd}}$	
$\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{grd}}$	Căldura specifică a corpului a cărui temperatură crește cu un grad, cînd primește căldura de un joule pentru fiecare kilogram		
$\frac{\mathrm{erg}}{\mathrm{g} \cdot \mathrm{grd}}$		$1\,\frac{\mathrm{erg}}{\mathrm{g} \cdot \mathrm{grd}} = 10^{-4}\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{grd}}$	

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Conductivitate termică λ	$\lambda = \dfrac{Q}{\Delta t \mid \mathrm{grad}\,\theta \mid}$	$LMT^{-3}\theta^{-1}$	SI	watt pe metru-grad
			CGS	erg pe centimetru-secundă-grad
			În afara sistemelor	kilocalorie pe metru-secundă-grad
				kilocalorie pe metru-oră-grad
				calorie pe centimetru-secundă-grad
Entropie S	$\Delta S = \int \dfrac{\delta Q_{rev}}{T}$	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}$	SI	joule pe grad absolut
			CGS	erg pe grad absolut
			În afara sistemelor	kilocalorie pe grad absolut
				calorie pe grad absolut
Flux de căldură Φ	$\Phi = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{Q}{\Delta t}$	L^2MT^{-3}	SI	watt
			CGS	erg pe secundă
			În afara sistemelor	kilocalorie pe oră
				calorie pe secundă

2.10 (continuare)

Simbolul unităţii de măsură	Definiţia unităţii de măsură	Relaţiile de transformare	Observaţii
$\frac{W}{m \cdot grd}$	Conductivitatea termică a corpului omogen şi izotrop prin care trece, în regim permanent printr-o suprafaţă izotermă avînd aria de un metru pătrat, căldura de un joule pe secundă, la o distanţă de temperatură de un grad pe metru, măsurată pe normala pe suprafaţa izotermă		
$\frac{erg}{cm \cdot s \cdot grd}$		$1\ \frac{erg}{cm \cdot s \cdot grd} = 10^{-5}\ \frac{W}{m \cdot grd}$	
$\frac{kcal}{m \cdot s \cdot grd}$		$1\ \frac{kcal}{m \cdot s \cdot grd} = 4186\ \frac{W}{m \cdot grd}$	
$\frac{kcal}{m \cdot h \cdot grd}$		$1\ \frac{kcal}{m \cdot h \cdot grd} = 1{,}1614\ \frac{W}{m \cdot grd}$	
$\frac{cal}{cm \cdot s \cdot grd}$		$1\ \frac{cal}{cm \cdot s \cdot grd} = 413{,}6\ \frac{W}{m \cdot grd}$	
$\frac{J}{°K}$	Creşterea entropiei unui corp cînd i se transmite izoterm şi reversibil căldura de 1 joule la temperatura absolută de 1°K		
$\frac{erg}{°K}$		$1\ \frac{erg}{°K} = 10^{-7}\ \frac{J}{°K}$	
$\frac{kcal}{°K}$		$1\ \frac{kcal}{°K} = 4\ 186\ \frac{J}{°K}$	
$\frac{cal}{°K}$		$1\ \frac{cal}{°K} = 4{,}186\ \frac{J}{°K}$	clausius $cal_{definită}/°K$ = gibbs
W			
$\frac{erg}{s}$		$1\ \frac{erg}{s} = 10^{-7} W$	
$\frac{kcal}{h}$		$1\ \frac{kcal}{h} = 1\ 161\ W$	
$\frac{cal}{s}$		$1\ \frac{cal}{s} = 4{,}186\ W$	

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Densitatea fluxului de căldură q	$q = \lim\limits_{\Delta A_{trans} \to 0} \frac{\Delta \Phi}{\Delta A_{trans}}$	MT^{-3}	SI	Watt pe metru pătrat
			CGS	erg pe secundă-centimetru pătrat
Coeficient de transfer caloric (total) K	$K = \frac{q}{\Delta \theta}$	$MT^{3}\theta^{-1}$	SI	watt pe metru la pătrat și grad
			CGS	erg pe secundă-centimetru pătrat și grad

3.11. UNITĂȚI DE MĂSURĂ FOTOMETRICE ȘI DE RADIAȚIE

Mărimea fotometrică fundamentală este fluxul luminos care corespunde cu energia radiată sau primită de un corp, evaluată după senzația luminoasă pe care o produce. Notînd cu P_λ dλ fluxul radiant egal cu puterea radiată în intervalul spectral dλ, fluxul luminos Φ este dat de:

$$\Phi = K \int_0^\infty V_\lambda P_\lambda \, d\lambda$$

în care: V_λ este *funcția de vizibilitate spectrală relativă* a radiației de lungime de undă λ, iar K este *echivalentul fotometric* (eficiența maximă a iluminării) al radiației cu o valoare de 675 lm/W. V_λ, denumit și eficacitatea (randament) luminoasă, este determinat prin valori relative ale inversului fluxului luminos necesar pentru apariția unei senzații luminoase, atît pentru vederea diurnă (fotopică), cît și pentru vederea crepusculară (scotopică); maximele curbei relative V_λ sînt la $\lambda = 555$ nm, respectiv la $\lambda = 505$ nm.

Unitatea de măsură a fluxului luminos este lumenul (lm), iar pentru puterea radiantă watul (W).

Intensitatea luminoasă I a unei surse într-o direcție anumită este dată de relația:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

în care dΩ este unghiul solid cu axa în direcția considerată, iar dΦ este fluxul emis în acest unghiu solid. Definiția valabilă riguros pentru o sursă punctiformă, devine practic aplicabilă la distanțe mari în raport cu dimensiunile sursei. Unitatea de măsură a intensității luminoase este candela (cd) (v. 3. 2.2) definită prin emisia corpului negru la temperatura

3.10 (continuare)

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relații de transformare	Observații
$\frac{W}{m^2}$			
$\frac{erg}{s \cdot cm^2}$		$1 \frac{erg}{s \cdot cm^2} = 10^{-3} \frac{W}{m^2}$	
$\frac{W}{m^2 \cdot grd}$			
$\frac{erg}{s \cdot cm^2 \cdot grd}$		$1 \frac{erg}{s \cdot cm^2 \cdot grd} =$ $= 10^{-3} \frac{W}{m^2 \cdot grd}$	

de solidificare a platinei. Etaloanele secundare sînt construite din lămpi cu incandescență de cărbune sau wolfram, în vid. Unitatea de măsură a intensității radiante a sursei este W/sr (watt/steradian).

Iluminarea E într-un punct al unei suprafețe A este definită prin raportul: $E = \frac{d\Phi}{dA}$, iar unitatea de măsură este luxul(lx) în sistemul SI și fotul (ph) în sistemul CGS. Iluminarea produsă de o sursă punctiformă de intensitatea I la distanța r cu unghiul de incidență i este $E = \frac{I \cos i}{r^2}$ cu unitatea (de iradiere) W/m² (respectiv W/cm²).

Strălucirea (luminanța) B a unei suprafețe este definită de raportul:

$$B = \frac{dI}{d\sigma} = \frac{dI}{dA \cos \alpha}$$

în care $d\sigma = dA \cos \alpha$ reprezintă proiecția suprafeței elementare pe un plan perpendicular pe raza incidentă.

Unitatea de măsură este nitul (nt) $= \frac{\text{candela}}{m^2}$ în sistemul SI și stilbul (sb) în sistemul CGS.

Se folosesc și unitățile raționalizate:

1 apostilb (asb) $= \frac{1 \text{ nt}}{\pi}$; 1 lambert (La) $= \frac{1}{\pi}$ sb. Mărimea energetică radiantă corespunzătoare este strălucirea radiantă cu unitatea W/m² · sr (v. tabelul 1.3.6. și pentru date complete vol. III).

Tabelul 3.11 conține o listă a unităților utilizate, relațiile de definiție și de conversie.

Trecerea de la vechea unitate de intensitate luminoasă denumită lumînarea internațională (b. int) și de la unitățile derivate, la unitatea SI, candela și la unitățile derivate, se face prin înmulțirea vechilor unități cu 1,0197.

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Intensitatea luminoasă I	Mărimea fundamentală	J	SI CGS	candelă
Flux luminos Φ	$\Phi = I\Omega$	J	SI CGS	lumen
				decalumen
Iluminare E	$E = \frac{\Phi}{A}$	$L^{-2}J$	SI	lux
			CGS	fot milifot
Luminanța (strălucire) B	$B = \frac{I}{A}$	$L^{-2}J$	SI	candelă pe metru pătrat
			CGS	stilb
			În afara sistemelor	apostilb
				lambert
Radianța R	$R = \frac{\Phi}{A}$	$L^{-2}J$	SI	lux
			CGS	fot
Cantitatea de lumină Q	$Q = \Phi I$	TJ	SI	lumen secundă
			CGS	
			În afara sistemelor	lumen-oră

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relații de transformare	Observații
cd	Unitatea fundamentală (v. tabelul 3.2.1)		În trecut s-a folosit lumînarea internațională sau lumînarea veche, definită cu ajutorul unor lămpi etalon primare, egală cu 1,0197 cd. În opoziție cu aceasta candela a mai fost numită lumînare nouă
lm	Fluxul luminos emis, în unitatea de unghi solid (steradian), de o sursă punctiformă și uniformă, avînd intensitatea de o candelă	$1\ \text{lm} = 1\ \text{cd} \cdot \text{sr}$	
dalm		$1\ \text{dalm} = 10\ \text{lm}$	
lx	Iluminarea unei suprafețe care primește fluxul luminos de un lumen uniform repartizat pe un metru pătrat		
ph		$1\ \text{ph} = 10^4\ \text{lx}$	
mph		$1\ \text{mph} = 10^{-3}\ \text{ph}$	
cd/m²	Strălucirea uniformă a unei surse luminoase plane, de un metru pătrat, a cărei intensitate luminoasă, în direcția normală pe plan, e de o candelă		
sb		$1\ \text{sb} = 10^4\ \text{cd/m}^2$	
asb	Strălucirea uniformă a unei suprafețe albe ideal difuzante a cărei iluminare e egală cu un lux	$1\ \text{asb} = \frac{1}{\pi}\ \text{cd/m}^2$	
La		$1\ \text{La} = \frac{1}{\pi}\ \text{sb}$	
lx	Radianța uniformă a unei suprafețe care emite un flux de un lumen pe metru pătrat		
ph		$1\ \text{ph} = 10^4\ \text{lx}$	
lm · s	Cantitatea de lumină care corespunde emisiunii unui flux luminos de un lumen în timp de o secundă		
lm · h		$1\ \text{lm} \cdot \text{h} = 3\,600\ \text{lm} \cdot \text{s}$	

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Cantitatea de iluminare L	$L = Et$	$L^{-2}TJ$	SI	lux-secundă
			CGS	fot-secundă
Eficiența luminoasă η	$\eta = \frac{\Phi}{P}$	$L^{-2}M^{-1}T^3J$	SI	lumen pe watt

3.12. UNITĂȚI DE MĂSURĂ ELECTRICE ȘI MAGNETICE

Unitățile de măsură ale mărimilor electrice și magnetice utilizate în mod obișnuit pînă în prezent aparțin sistemului MKS sau sistemului general CGS cu cele două variante: electromagnetic și electrostatic.

În sistemul MKS completat, a patra mărime poate fi oricare dintre mărimile electrice; aceasta corespunde acceptării unui etalon de permeabilitate a vidului, cu valoarea de 10^{-7} în sistemul MKS și clasic $4\pi \cdot 10^{-7}$ în sistemul MKSA raționalizat (Georgi) care corespunde sistemului SI.

În sistemul CGS, electromagnetic clasic, a patra mărime corespunde acceptării prin convenție a valorii egale cu unitatea, fără dimensiuni, pentru permeabilitatea vidului.

În sistemul CGS electrostatic clasic, constanta electrică a vidului este considerată ca o mărime fără dimensiuni, egală cu unitatea. În sistemul CGS e.m. raționalizat, permeabilitatea vidului este 4π.

Tabelul 3.12.1. conține principalele caracteristici ale sistemelor de unități de măsură utilizate în electromagnetism.

3.12.1. Caracterizarea sistemelor de unități

(unitățile echipolente, care corespund la mărimi identice

Sistemul de unități electromagnetice	Caracteristicile fundamentale ale sistemului de unități							
	Sistemul mecanic de bază	Coeficientul de raționalizare χ	Tipul raționalizării	Constanta lui Gauss γ_0	Constante universale cu valori alese independent		Dimensiuni	
					Λ_0	Δ_0	Nr.	Specii de referință
SI (MKSA raționalizat)	MKS	1	nesimetric (Giorgi)	1	$10^{-7}\ \frac{N}{A^2}$	—	4	LMTI
MKSA neraționalizat	MKS	4π	—					

Simbolul unităţii de măsură	Definiţia unităţii de măsură	Relaţii de transformare	Observaţii
lx · s	Cantitatea de iluminare produsă de iluminarea de un lux în timp de o secundă		
ph · s		1 ph · s = 10^4 lx · s	
lm/W	Eficienţa luminoasă a unei surse care emite un flux total de un lumen pentru o putere consumată de un watt		

Tabelul 3.12.2. conţine o listă completă a unităţilor de măsură electrice şi magnetice în sistemul SI, CGS ε_0 (permitivitatea vidului) şi CGS μ_0 (permeabilitatea vidului), raţionalizate şi neraţionalizate, precum şi relaţiile de definiţie şi de transformare.

După unitatea de sarcină electrică în sistemul CGS e.s., acest sistem se poate denumi CGS Fr (franklin), iar după unitatea de curent electric, sistemul CGS e.m. se poate denumi CGS Bi (biot). În multe tabele de unităţi se notează unităţile de măsură în sistemul electrostatic (e.s.) prin prefixul „stat" şi în sistemul electromagnetic, (e.m.) prin prefixul „ab" adăugate la unitatea de măsură din sistemul MKSA: de exemplu franklin = stat coulomb şi biot = abamper.

Trebuie remarcat de asemenea că unităţile de măsură ale mărimilor electromagnetice definite prin acţiuni ponderomotoare, alegînd valori numerice convenţionale pentru anumite constante universale, se numesc *absolute* spre deosebire de cele definite pe baza unui etalon realizat experimental sau pe baza unor anumite indicaţii experimentale (de exemplu definirea electrochimică a amperului) care se numesc *internaţionale*.

Convenţiile internaţionale recente recomandă numai folosirea unităţilor *absolute*, fără a fi necesară astfel o anumită specificare.

Tabelul 3.12.3. conţine relaţiile dintre unităţile absolute şi internaţionale. Se observă că diferenţele sînt relativ mici.

de măsură electrice şi magnetice

reprezentate prin unităţi denumite diferit, sînt legate prin semnul $\triangleq$).

Mărimea electrică fundamentală	Constanta din formula lui Coulomb Δ_0	Constanta din formula lui Ampere Λ_0	Permitivitatea vidului(numeric) ε_0	Permitivitatea vidului (numeric) μ_0	Unitatea de curent	Unitatea de sarcină
Intensitatea curentului electric	$\frac{\xi^2}{10^{11}} \frac{N \cdot m^2}{C^2} \approx$ $\approx 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$	$10^{-7} \frac{N}{A^2}$	$\frac{10^{11}}{4\pi\xi^2} \approx$ $\approx \frac{1}{36\pi} 10^{-9}$ $\frac{10^{11}}{\xi^2} \approx \frac{1}{9} 10^9$	$4\pi \cdot 10^{-7}$ 10^{-7}	Amper A	Coulomb C (1C = 1A · s)

Sistemul de unități electromagnetice	Caracteristicile fundamentale ale sistemului de unități							
	Sistemul mecanic de bază	Coeficientul de raționalizare χ	Tipul raționalizării	Constanta lui Gauss γ_0	Constante universale cu valori alese independent		Dimensiuni	
					Λ_0	Δ_0	Nr.	Specii de referință
CGSFr neraționalizat (echivalent cu CGSes)	CGS	4π	—	1	—	$1\frac{\mathrm{dyn}\cdot\mathrm{cm}^2}{\mathrm{Fr}^2}$	4	LMTQ
CGSFr raționalizat	CGS	1	nesimetric					
CGSBi neraționalizat (echivalent cu CGSem)	CGS	4π	—	1	$1\frac{\mathrm{dyn}}{\mathrm{Bi}^2}$	—	4	LMTI
CGSBi raționalizat	CGS	1	nesimetric					
CGSGauss neraționalizat	CGS	4π	—	$\frac{1}{c_0} = \xi^{-1}\mathrm{cm}^{-1}\cdot\mathrm{s} \approx \frac{10^{-10}}{3}\mathrm{cm}^{-1}\cdot\mathrm{s}$	1	1	3	LMT
CGSGauss raționalizat nesimetric	CGS	1	nesimetrie					
CGSGauss raționalizat simetric	CGS	1	simetric (Heaviside)		4π	$\frac{1}{4\pi}$		

Observații: 1. Mărimile $\varkappa$; γ_0, Δ_0, Λ_0, ε_0, μ_0 intervin în principal în următoarele:

Ecuațiile lui Maxwell: $\operatorname{rot}\overline{H} = \chi\gamma_0\overline{J} + \gamma_0\frac{\partial\overline{D}}{\partial t}$; $\operatorname{rot}\overline{E} = -\gamma_0\frac{\partial\overline{B}}{\partial t}$;

Formula lui Coulomb: $F = \Delta_0\frac{q_1q_2}{R^2} = \frac{\varkappa}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{R^2}$ cu $\Delta_0 = \frac{\varkappa}{4\pi\varepsilon_0}$

Formula lui Ampère: $F = \Lambda_0\gamma_0^2\frac{i_1i_2}{r}l = \frac{\varkappa\mu_0\gamma_0^2}{4\pi}2\frac{i_1i_2}{r}l$, cu $\Lambda_0 =$

Relația lui Maxwell: $\varepsilon_0\mu_0\gamma_0^2 = \frac{1}{c_0^2}$ sau $\Delta_0 = \Lambda_0 c_0^2$.

2. Viteza luminii în vid este notată c_0, iar valoarea ei numerică,

Mărimea electrică fundamentală	Constanta din formula lui Coulomb Δ_0	Constanta din formula lui Ampère Λ_0	Permitivitatea vidului (numeric) ε_0	Permitivitatea vidului (numeric) μ_0	Unitatea de curent	Unitatea de sarcină
Sarcina electrică	$1\ \frac{\text{dyn}\cdot\text{cm}^2}{\text{Fr}^2}$	$\xi^{-2}\frac{\text{dyn}\cdot\text{s}^2}{\text{Fr}^2} \approx \frac{10^{-20}}{9}\ \frac{\text{dyn}\cdot\text{s}^2}{\text{Fr}^2}$	1	$\xi^{-2} \approx \frac{10^{-20}}{9}$	Franklin pe secundă $1\ \text{Fr/s} = \frac{10}{\xi}\ \text{A}$	Franklin $1\ \text{Fr} = \frac{10}{\xi}\ \text{C}$
			$\frac{1}{4\pi}$	$\frac{4\pi}{9}\cdot 10^{-20}$		
Intensitatea curentului electric	$\xi^2\frac{\text{dyn}\cdot\text{cm}^2}{\text{Bi}^2\cdot\text{s}^2}$	$1\ \frac{\text{dyn}}{\text{Bi}^2}$	$\xi^{-2} \approx \frac{10^{-20}}{9}$	1	Biot 1 Bi = 10 A	Biot-secundă 1 Bi·s = 10 C
			$\frac{1}{4\pi}\xi^{-2} \approx \frac{10^{-20}}{36\pi}$	4π		
—	1	1	1	1	Echivalentă cu franklinul pe secundă $1\text{u}\cdot\text{CGSes} \triangleq 1\ \text{Fr/s}$	Echivalentă cu franklinul $1\text{u}\cdot\text{CGSes} \triangleq 1\ \text{Fr}$
			$\frac{1}{4\pi}$	4π		
	$\frac{1}{4\pi}$ (număr pur)	$\frac{1}{4\pi}$ (număr pur)	1	1	Echivalentă cu $\frac{1}{\sqrt{4\pi}}\ \frac{\text{Fr}}{\text{s}}$	Echivalentă cu $\frac{1}{\sqrt{4\pi}}\ \text{Fr}$

relații (scrise într-o formă valabilă pentru oricare dintre sistemele de unități de mai sus):

$$\operatorname{div}\bar{D} = \chi\rho_v; \quad \operatorname{div}\bar{B} = 0; \quad \bar{B} = \mu_0(\bar{H} + \varkappa\bar{M}); \quad \bar{D} = \varepsilon_0\bar{E} + \chi\bar{P}.$$

$$\text{și}\ \ \varepsilon_0 = \frac{\varkappa}{4\pi\Delta_0}$$

$$\frac{\varkappa\mu_0}{4\pi}\ \text{și}\ \ \mu_0 = \frac{4\pi\Lambda_0}{\varkappa}$$

în cm/s, este notată $\xi = 2{,}997\cdot 10^{10} \approx 3\cdot 10^{10}$ (v. IV).

3.12.2. Unităţi de măsură

(Unităţile echipolente, care corespund la mărimi identice reprezentate

Denumirea şi simbolul mărimii	Ecuaţia de definiţie a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unităţi	Denumirea unităţii de măsură
Intensitatea curentului electric i, I	Mărimea fundamentală	I	SI (MKSA)	amper
			CGSBi (CGSem)	biot (u. CGSem de curent)
	$i = \frac{dq}{dt}$	$T^{-1}Q$	CGSFr (CGSes)	franklin pe secundă (u. CGSes de curent)
Sarcina electrică (cantitatea de electricitate) q, Q	$q = \int i \, dt$	TI	SI (MKSA)	coulomb
	Mărime fundamentală	Q	CGSFr (CGSes)	franklin (u. CGSes de sarcină)

magnetice și electrice

prin unități denumite diferit, sînt legate prin semnul ≙).

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
A	Unitate fundamentală (v.tabelul 3.2.1)		$1\mathrm{A} = 10^{-1}\mathrm{Bi} = \frac{\xi}{10}\mathrm{Fr/s} \approx$ $\approx 3 \cdot 10^{9} \cdot \mathrm{Fr/s}$ cu $\xi =$ $= C_0 \approx 3 \cdot 10^{10}\ \mathrm{cm} \cdot \mathrm{s}^{-1}$
Bi	Intensitatea unui curent continuu, menținut în două conductoare paralele rectilinii, filiforme, de lungime infinită, așezate în vid la distanța de 1 cm unul de altul, determină între conductoare o forță de 2 dyn pe fiecare centimetru de lungime	$1\ \mathrm{Bi} = 10\ \mathrm{A}$ $1\ \mathrm{Bi} = \xi\ \mathrm{Fr/s} \approx 3 \cdot 10^{10}\ \mathrm{Fr/s}$	1 Bi ≙ 1 u.CGSem 1 Bi ≙ ξ u.CGSes $\approx 3 \cdot 10^{10}$ u.CGSes
Fr/s	Intensitatea unui curent continuu care transmite prin secțiunea transversală a unui conductor sarcina de un franklin în fiecare secundă	$1\ \mathrm{Fr/s} = \frac{10}{\xi}\ \mathrm{A} \approx$ $\approx \frac{1}{3 \cdot 10^{9}}\ \mathrm{A}$ $1\ \mathrm{Fr/s} = \frac{1}{\xi}\ \mathrm{Bi} \approx$ $\approx \frac{1}{3 \cdot 10^{10}}\ \mathrm{Bi}$	1 Fr/s ≙ 1 u. CGSes 1 Fr/s ≙ $\frac{1}{\xi}$ u. CGSem $\approx$ $\approx \frac{1}{3 \cdot 10^{10}}$ u. CGSem
C	Sarcina electrică transmisă într-o secundă printr-o secțiune prin care trece un curent de un amper	$1\ \mathrm{C} = 1\ \mathrm{A} \cdot \mathrm{s}$	$1\ \mathrm{C} = 10^{-1}\ \mathrm{Bi} \cdot \mathrm{s} = \frac{\xi}{10}\ \mathrm{Fr} \approx$ $\approx 3 \cdot 10^{9}\ \mathrm{Fr}$
Fr	Sarcina egală a două mici corpuri de probă punctuale situate în vid la distanța de 1 cm unul de altul care determină între ele o forță de 1 dyn	$1\ \mathrm{Fr} = \frac{10}{\xi}\ \mathrm{C} \approx \frac{1}{3 \cdot 10^{9}}\ \mathrm{C}$ $1\ \mathrm{Fr} = \frac{1}{\xi}\ \mathrm{Bi} \cdot \mathrm{s} \approx$ $\approx \frac{1}{3 \cdot 10^{10}}\ \mathrm{Bi} \cdot \mathrm{s}$	1 Fr ≙ 1 u.CGSes 1 Fr ≙ $\frac{1}{\xi}$ u.CGSem $\approx$ $\approx \frac{1}{3 \cdot 10^{10}}$ u.CGSem

Denumirea şi simbolul mărimii	Ecuaţia de definiţie a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unităţi	Denumirea unităţii de măsură
Sarcina electrică (cantitatea de electricitate) q, Q	$q = \int i\,dt$	TI	CGSBi (CGSem)	biot-secundă (u. CGSem de sarcină)
Densitatea de volum a sarcinii (sarcină volumică) ρ_v, ρ	$\rho_v = \lim\limits_{\Delta V \to 0} \frac{\Delta q}{\Delta V}$	$L^{-3}TI$	SI (MKSA)	coulomb pe metru cub
		$L^{-3}Q$	CGSFr (GGSes)	fraklin pe centimetru cub
Densitatea de suprafaţă a sarcinii (sarcină superficială) ρ_s, σ	$\rho_s = \lim\limits_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta q}{\Delta A}$	$L^{-2}TI$	SI (MKSA)	coulomb pe metru pătrat
		$L^{-2}Q$	GGSFr (CGSes)	franklin pe centimetru pătrat
Intensitatea cîmpului electric E	$E = \frac{F}{q}$	$LMT^{-3}I^{-1}$	SI (MKSA)	volt pe metru
		$LMT^{-2}Q^{-1}$	CGSFr (CGSes)	dină pe franklin

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
$Bi \cdot s$	Sarcina electrică transmisă într-o secundă printr-o secțiune prin care trece un curent de un biot	$1\ Bi \cdot s = 10\ C$ $1\ Bi \cdot s = \xi\ Fr \approx 3 \cdot 10^{10}\ Er$	$1\ Bi \cdot s \,\widehat{=}\, 1\ u.CGSem$ $1\ Bi \cdot s \,\widehat{=}\, 1\ u.CGses \approx$ $\approx 3 \cdot 10^{10}\ u.CGSes$
C/m^3			$1\ C/m^3 = \frac{\xi}{10^7}\ Fr/cm^3 \approx$ $\approx 3\,000\ Fr/cm^3$
Fr/cm^3		$1\ Fr/cm^3 = \frac{10^7}{\xi}\ C/m^3 \approx$ $\approx \frac{10^{-3}}{3}\ C/m^3$	$1\ Fr/cm^3 \,\widehat{=}\, 1\ u.CGSes$
C/m^2			$1\ C/m^2 = \frac{\xi}{10^5}\ Fr/cm^2 \approx$ $\approx 3 \cdot 10^5\ Fr/cm^2$
Fr/cm^2		$1\ Fr/cm^2 = \frac{10^5}{\xi}\ C/m^2 \approx$ $\approx \frac{10^5}{3}\ C/m^2$	$1\ Fr/cm^2 \,\widehat{=}\, 1\ u.CGSes$
V/m	Intensitatea cîmpului electric care determină o forță de un newton asupra unui corp punctiform încărcat cu sarcina electrică de un coulomb	$1\ V/m = 1\ N/C$	$1\ V/m = \frac{10^6}{\xi}\ dyn/Fr \approx$ $\approx \frac{1}{3 \cdot 10^4}\ dyn/Fr$ $1\ V/m = 10^6 dyn/Bi.s$
dyn/Fr		$1\ dyn/Fr = \frac{\xi}{10^6} \approx$ $\approx 3 \cdot 10^4 V/m$	$1\ dyn/Fr \,\widehat{=}\, 1\ u.CGSes$ $= \xi\ u \cdot CGSem$ $1\ dyn/Fr = \xi\ dyn/Bi.s \approx$ $\approx 3 \cdot 10^{10}\ dyn/Bi.s$

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Intensitatea cîmpului electric E	$E = \frac{F}{q}$	$LMT^{-3}I^{-1}$	CGSBi (CGSem)	dină pe biot-secundă
Tensiune electrică u, U Potențial electric	$U = \int \bar{E} \cdot d\bar{r}$	$L^2MT^{-3}I^{-1}$	SI (MKSA)	volt
Tensiune electromotoare e, E		$L^2MT^{-2}Q^{-1}$	CGSFr (CGSes)	erg pe franklin
		$L^2MT^{-3}I^{-1}$	CGSBi (CGSem)	erg pe biot-secundă
Inducție electrică (deplasare) D	$\bar{D} \cdot dA = d\Psi$	$L^{-2}TI$	SI (MKSA raționalizat)	coulomb pe metru pătrat
Flux electric Ψ	$\Psi = \iint \bar{D} \cdot d\bar{A}$ $\Psi_\Sigma = q$	TI	SI (MKSA raționalizat)	coulomb

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
dyn/Bi · s		1 dyn/Bi · s = $= 10^{-6}$ V/m = 1 μVm	1 dyn/Bi·s $\hat{=}$ 1u.CGSem = $= \xi^{-1}$u.CGSes = 1 dyn/Bi . s $= \xi^{-1}$ dyn/Fr = $= \frac{1}{3}\ 10^{-10}$ dyn/Fr
V	Tensiunea electrică pe care o stabilește un cîmp electric uniform de un volt pe metru, între două puncte ale unei aceleași linii de cîmp, situate la distanța de un metru	1 V = 1 J/C	1 V $= \frac{10^8}{\xi}$ erg/Fr ≈ $\approx \frac{1}{300}$ erg/Fr 1 V = 10^8 erg/Bi . s
erg/Fr		1 erg/Fr $= \frac{\xi}{10^8}$ V ≈ ≈ 300 V	1 erg/Fr $\hat{=}$ 1 u . CGSes = = ξ u . CGSem 1 erg/Fr = ξ erg/Bi · s ≈ ≈ $3 \cdot 10^{10}$erg/Bi · s
erg/Bi · s		1 erg/Bi · s = 10^{-3}V	1 erg/Bi·s $\hat{=}$ 1 u.CGSem = $= \xi^{-1}$u . CGSes 1 erg/Bi · s = ξ^{-1}erg/Fr ≈ $\approx \frac{1}{3}\ 10^{-10}$ erg/Fr
C/m²	Inducția electrică a unui cîmp uniform care determină un flux electric de un coulomb printr-o suprafață transversală cu aria de un metru pătrat		1 C/m² = 4π u . MKSA neraționalizat $\hat{=}$ $4\pi\xi 10^{-5}$ ≈ ≈ $12\pi\ 10^5$ u . CGSes neraționalizat $\hat{=}$ $4\pi \cdot 10^{-5}$ u. CGSem neraționalizat
C	Fluxul electric total produs de un corp cu sarcina de un coulomb prin orice suprafață închisă care îl conține		1 C = 4π u . MKSA neraționalizat $\hat{=}$ $\frac{4\pi}{10}\xi$ ≈ ≈ $12\pi \cdot 10^9$ u . CGSes neraționalizat $\hat{=}$ $\frac{4\pi}{10}$ u . CGSem neraționalizat

Denumirea şi simbolul mărimii	Ecuaţia de definiţie a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unităţi	Denumirea unităţii de măsură
Capacitatea electrică C	$C = \frac{q}{U}$	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$	SI (MKSA)	farad
Permitivitatea ε	$\varepsilon = \frac{D}{E}$	$L^{-3}M^{-1}T^4I^2$	SI (MKSA raţionalizat)	farad pe metru
Momentul electric (dipolar) p	$p = l \cdot q$	LTI	SI (MKSA)	metru-coulomb
Polarizaţie electrică P	$\bar{P} = \lim\limits_{\Delta V \to 0} \frac{\Delta \bar{p}}{\Delta V}$	$L^{-2}TI$	SI (MKSA)	coulomb pe metru pătrat
Densitate de curent electric J	$J = \lim\limits_{\Delta A_{trans} \to 0} \frac{\Delta i}{\Delta A_{trans}}$	$L^{-2}I$	SI (MKSA)	amper pe metru pătrat
				amper pe milimetru pătrat
			CGSBi (CGSem)	biot pe centimetru pătrat

3.12.2 (continuare)

Simbolul unităţii de măsură	Definiţia unităţii de măsură	Relaţiile de transformare	Observaţii
F	Capacitatea unui condensator care fiind încărcat cu sarcina electrică de un coulomb are o tensiune de un volt între armături	$1\ \mathrm{F} = 1\ \mathrm{C/V} = 1\Omega^{-1}\cdot\mathrm{s}$	$1\mathrm{F} = 10^6\mu\mathrm{F} = 10^{12}\mathrm{pF}$ $1\mathrm{F} \triangleq \frac{\xi^2}{10^9} \approx 9\cdot 10^{11}$ u.CGSes (= „cm“) $1\mathrm{F} \triangleq 10^{-9}$ u.CGSem
F/m	Permitivitatea unui mediu izotrop în care un cîmp electric de un volt pe metru ar determina o inducţie electrică de un coulomb pe metru pătrat		$1\mathrm{F/m} = 4\pi$ u.MKSA neraționalizat $\triangleq 4\pi\,\frac{\xi^2}{10^{11}} \approx 36\pi\,10^9$ u.CGSes neraționalizat $\triangleq 4\pi\ 10^{11}$u.CGSem neraţionalizat $\varepsilon_0 =$ 1 u.CGSes neraţionalizat $= \frac{1}{36\pi}10^9$ F/m
$\mathrm{m}\cdot\mathrm{C}$	Momentul electric al unui mic dipol electric invariabil asupra căruia un cîmp electric exterior uniform cu intensitatea de un volt pe metru ar determina, în vid, exercitarea unui cuplu maxim de un metru-newton		$1\ \mathrm{m}\cdot\mathrm{C} = 10\,\xi$ cm. Fr $\approx 3\cdot 10^{11}$ cm· Fr $\triangleq 10\,\xi \approx 3\,.10^{11}$ u.CGSes $\triangleq 10$ cm . Bi · s $\triangleq 10$u.CGesm
C/m²			$1\ \mathrm{C/m^2} = \frac{\xi}{10^5}$ Fr/cm² $\approx 3\cdot 10^5$ Fr/cm² $\triangleq \frac{\xi}{10^5} \approx 3\cdot 10^5$ u.CGSese $\triangleq 10^{-5}$ Bi · s/cm² $\triangleq 10^{-5}$ u.CGSem
A/m²			$1\ \mathrm{A/m^2} = 10^{-5}$ Bi/cm² $\triangleq 10^{-5}$ u.CGSem $= \frac{\xi}{10^5}$ Fr/s · cm² $\approx 3\cdot 10^5$ Fr/cm² $\triangleq \frac{\xi}{10^5}$ u. CGSes $\approx 3\cdot 10^5$ u.CGSes
A/mm²		$1\ \mathrm{A/mm^2} = 10^6\mathrm{A/m^2}$	
Bi/cm²		$1\ \mathrm{Bi/cm^2} = 10^5\ \mathrm{A/m^2}$	1 Bi/cm² $\triangleq$ u.CGSem

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Rezistență electrică R, r Impedanță Z Reactanță X	$R = \frac{U}{I}$	$L^3MT^{-3}I^{-2}$	SI (MKSA)	ohm
Rezistivitate ρ	$\rho = R\frac{S}{l}$	$L^3MT^{-3}I^{-2}$	SI (MKSA)	ohm-metru ohm-milimetru pătrat pe metru
Conductanța G Admitanța Y Susceptanța B	$G = \frac{I}{U}$	$L^{-2}M^{-1}T^3I^2$	SI (MKSA)	siemens
Conductivitatea σ	$\sigma = \frac{1}{\rho}$	$L^{-3}M^{-1}T^3I^2$	SI	siemens pe metru
Intensitatea cîmpului magnetic H	$\overline{H} \cdot d\overline{r} = dU_m$	$L^{-1}I$	SI (MKSA raționalizat)	amper pe metru (amper-spiră pe metru)

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
Ω	Rezistența unui conductor electric care sub tensiunea continuă de un volt admite un curent continuu de un amper, conductorul nefiind sediul nici unei tensiuni electromotoare		$1\ \Omega \hat{=} 10^9$ u.CGSem $1\ \Omega \hat{=} \frac{10^9}{\xi^2} \approx$ $\approx \frac{1}{9} 10^{-11}$ u.CGSes
$\Omega \cdot m$	Rezistivitatea unui material izotrop din care un conductor cu lungimea de un metru și secțiunea de un metru pătrat are rezistența de un ohm		$1\ \Omega \cdot m = 10^{-2}\ \Omega\ cm =$ $= 10^6\ \Omega \frac{mm^2}{m}$ $1\ \Omega \cdot m \hat{=} 10^{11}$ u.CGSem $1\ \Omega \cdot m = \frac{10^{11}}{\xi^2} \approx$ $\approx \frac{1}{9} 10^{-9}$ u.CGSes
$\Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$		$1\ \Omega \cdot \frac{mm^2}{m} =$ $= 1 \mu\Omega \cdot m = 10^{-6}\ \Omega m$	
S mho	Conductanța unui circuit de curent continuu cu rezistența de un ohm	$1\ S = 1\ \Omega^{-1}$	$1\ S \hat{=} 10^9$ u.CGSem $\hat{=}$ $\hat{=} \frac{\xi^2}{10^9} \approx 9 \cdot 10^{11}$ u.CGSes
S/m	Conductivitatea unui material izotrop a cărui rezistivitate este de un ohm-metru	$1\ S/m = 1\ \Omega^{-1} m^{-1}$	$1\ S/m \hat{=} 10^{-6}\ \Omega \frac{m}{mm^2}$ $1\ S/m \hat{=} 10^{-11}$ u.CGSme $1\ S/m \hat{=} \frac{\xi^2}{10^{11}} \approx$ $\approx 9 \cdot 10^9$ u.CGSes
A/m (A · sp/m)	Intensitatea cîmpului magnetic omogen din interiorul unui solenoid drept foarte lung uniform bobinat, avînd densitatea liniară de curent a înfășurării de un amper pe metru de lungime		$1\ A/m = 4\pi\ mOe = \frac{4\pi}{1000}$ Oe $1\ A/m \hat{=} \frac{4}{1000}$ u.CGSem neraționalizat $1\ A/m \hat{=} \frac{4\pi}{1000} \xi \approx 12\pi\ 10^7$ u.CGSes neraționalizat

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
			MKSA neraționalizat CGSBi neraționalizat (CGSem)	milioersted oersted
Tensiune magnetică U_m Potențial magnetic V_m	$U_m = \int \bar{H} \cdot \mathrm{d}\bar{r}$ $U_m = \sum NI$	I	SI (MKSA raționalizat)	amper (amper-spiră)
Tensiunea magnetomotoare $U_{mm} \cdot F$	$U_m = 4\pi \sum NI$	I	MKSA neraționalizat CGSBi neraționalizat (CGSem)	decigilbert gilbert
Inducție magnetică B	$B = \frac{F}{li}$ $\bar{B} \cdot \mathrm{d}\bar{A} = \mathrm{d}\Phi$	$MT^{-2}I^{-1}$	SI (MKSA) CGSBi (CGSem)	tesla gauss
Flux magnetic Φ	$\Phi = \iint \bar{B} \cdot \mathrm{d}\bar{A} = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$	$L^2MT^{-2}I^{-1}$	SI (MKSA) CGSBi (CGSem)	weber maxwell

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
mOe		$1\ \mathrm{mOe} = \frac{1}{4\pi}\ \mathrm{A/m}$	$1\ \mathrm{mOe} \mathrel{\widehat{=}} 10^3$ u.CGSem
Oe		$1\ \mathrm{Oe} = \frac{1\,000}{4\pi}\ \mathrm{A/m}$	$1\ \mathrm{Oe} \mathrel{\widehat{=}} 1$ u.CGSem $\mathrel{\widehat{=}} \xi$ u.CGSes $\approx 3 \cdot 10^{10}$ u.CGSes
A (A.sp)	Tensiunea magnetomotoare a unei spire parcursă de un curent de un amper		$1\ \mathrm{A.\,sp} = 4\pi\ \mathrm{dGb} = \frac{4\pi}{10}\ \mathrm{Gb}$ $1\ \mathrm{A.sp} \mathrel{\widehat{=}} \frac{4\pi}{10}$ u.CGSem neraționalizat $1\ \mathrm{A.sp} \mathrel{\widehat{=}} \frac{4\pi}{10}\,\xi \approx 12\pi \times 10^9$ u CGSes neraționalizat
dGb		$1\ \mathrm{dGb} = \frac{1}{4\pi}\ \mathrm{A.sp}$	$1\ \mathrm{dGb} \mathrel{\widehat{=}} 10^{-1}$ u.CGSem neraționalizat
Gb		$1\ \mathrm{Gb} = 10\ \mathrm{Oe} \cdot \mathrm{cm} = \frac{10}{4\pi}\ \mathrm{A.sp}$	$1\ \mathrm{Gb} \mathrel{\widehat{=}} 1$ u.CGSem neraționalizat $1\ \mathrm{Gb} \mathrel{\widehat{=}} \xi \approx 3 \cdot 10^{10}$u.CGSes neraționalizat
T	Inducția magnetică a unui cîmp uniform care determină un flux magnetic de un weber printr-o suprafață transversală cu aria de un metru pătrat	$1\ \mathrm{T} = 1\ \mathrm{V \cdot s/m^2} = 1\mathrm{Wb/m^2}$	$1\mathrm{T} = 10^4\mathrm{Gs} \mathrel{\widehat{=}} 10^4$u.CGSem $1\ \mathrm{T} \mathrel{\widehat{=}} \frac{10^4}{\xi} \approx \frac{1}{3}\ 10^{-6}$u. CGSes
Gs (G)		$1\ \mathrm{Gs} = 10^{-4}\mathrm{T}$	$1\ \mathrm{Gs} \mathrel{\widehat{=}} 1 \cdot$ CGSem $1\ \mathrm{Gs} \mathrel{\widehat{=}} \xi^{-1}$ u.CGSes
Wb	Fluxul magnetic care, prin anularea liniară în decurs de o secundă, induce într-o spiră care îl înlănțuie o tensiune electromotoare de un volt	$1\ \mathrm{Wb} = 1\ \mathrm{V \cdot s}$	$1\ \mathrm{Wb} \mathrel{\widehat{=}} 10^8\mathrm{Mx} \mathrel{\widehat{=}} 10^8$ u.CGSem $1\ \mathrm{Wb} \mathrel{\widehat{=}} \frac{10^8}{\xi} \approx \frac{1}{300}$ u.CGSes
Mx		$1\ \mathrm{Mx} = 10^{-8}\ \mathrm{Wb}$	$1\ \mathrm{Mx} \mathrel{\widehat{=}} 1$ u.CGSem $\mathrel{\widehat{=}} \xi^{-1}$ u.CGSes

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Potențial magnetic vector A	$\oint \bar{A} d\bar{r} = \Phi$	$LMT^{-2}I^{-2}$	SI (MKSA)	weber pe metru
Inductivitatea proprie L Inductibilitate mutuală L, M	$L = \frac{\Phi}{i}$	$L^2MT^{-2}I^{-2}$	SI (MKSA)	henry
Permeabilitatea magnetică μ	$\mu = \frac{B}{H}$	$LMT^{-2}I^{-2}$	SI (MKSA raționalizat)	henry pe metru
Momentul magnetic (amperian) m	$m = Ai$	$L^2 I$	SI (MKSA)	amper-metru pătrat

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
Wb/m			$1\ \mathrm{Wb/m} = 10^6\mathrm{Mx/cm} \widehat{=}$ $\widehat{=} 10^6\mathrm{u.CGSem}$ $1\ \mathrm{Wb/m} \widehat{=} \frac{10^6}{\xi} \approx$ $\approx \frac{1}{3}\ 10^{-4}\mathrm{u.CGSes}$
H	Inductivitatea unei bobine care are fluxul total de un weber cînd este parcursă de un curent de un amper	$1\ \mathrm{H} = 1\ \mathrm{Wb/A} = 1\Omega\cdot\mathrm{s}$	$1\ \mathrm{H} = 10^6\ \mu\mathrm{H}$ $1\ \mathrm{H} \widehat{=} 10^9\ \mathrm{u.CGSem}$ (= „cm") $1\ \mathrm{H} \widehat{=} \frac{10^9}{\xi^2} \approx$ $\approx \frac{1}{9}\ 10^{-11}\ \mathrm{u.CGSes}$
H/m	Permeabilitatea magnetică a unui material izotrop în care un cîmp magnetic de un amper pe metru ar determina o inducție magnetică de de un tesla	$1\ \mathrm{H/m} = 1\ \mathrm{T\cdot m/A}$	$1\ \mathrm{H/m} = \frac{1}{4\pi}\ \mathrm{u.MKSA}$ neraționalizat $\widehat{=} \frac{1}{4\pi}\ 10^7$ u.CGSem neraționalizat $\widehat{=}$ $\widehat{=} \frac{1}{4\pi\xi^2}\ 10^7 \approx \frac{10^{-13}}{36\pi}\mathrm{u.CGSe}$ neraționalizat $\mu_0 = 1$ u.CGSem neraționalizat $= 4\pi\cdot 10^{-7}\ \mathrm{H/m}$
$\mathrm{A\cdot m^2}$	Momentul magnetic al unei mici spire parcurse de curent continuu asupra căreia un cîmp magnetic exterior uniform cu inducția de un tesla ar determina, în vid, exercitarea unui cuplu maxim de un metru-newton		$1\ \mathrm{A\cdot m^2} = 10^3\ \mathrm{Bi\cdot cm^2} \widehat{=}$ $\widehat{=} 10^3\ \mathrm{u.CGSem} = \xi\cdot 10^3 \approx$ $\approx 3\cdot 10^{18}\ \mathrm{Fr\cdot cm^2/s} \widehat{=}$ $\widehat{=} \xi\cdot 10^3 \approx 3\cdot 10^{13}\ \mathrm{u.CGSes}$

Deumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Magnetizație M	$\overline{M} = \lim\limits_{\Delta V \to 0} \frac{\overline{m}}{V}$	$L^{-1}I$	SI (MKSA)	amper pe metru
Reluctanță R_m	$R_m = \frac{U_m}{\Phi}$	$L^{-2}M^{-1}T^{2}I^{2}$	SI (MKSA raționalizat)	amper-spiră pe weber
Permeanța, Λ	$\Lambda = \frac{1}{R_m}$	$L^{2}MT^{-2}I^{-2}$	SI (MKSA raționalizat)	henry
Densitate de energie electromagnetică w	$w = \lim\limits_{\Delta V \to 0} \frac{\Delta W}{\Delta V}$	$L^{-1}MT^{-2}$	SI	joule pe metru cub
Densitatea fluxului de energie (vectorul Poynting) S	$S = \lim\limits_{\Delta_{trans} \to 0} \frac{\Delta P}{\Delta A_{trans}}$	MT^{-3}	SI	watt pe metru pătrat
Putere activă P Putere instantanee p	$P = \frac{1}{T}\int_0^T p\,dt = UI\cos\varphi$	$L^{2}MT^{-3}$	SI	watt
Putere reactivă Q	$Q = UI\sin\varphi$	$L^{2}MT^{-3}$	SI	var
Putere aparentă S, P_{ap}	$S = UI$	$L^{2}MT^{-3}$	SI	volt-amper
Putere deformantă D	$D = \sqrt{S^2 - p^2 - Q^2}$	$L^{2}MT^{-3}$	SI	vad

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
A/m			$1\ \mathrm{A/m} = 10^{-3}\ \mathrm{Bi/cm} \mathrel{\widehat{=}} \mathrel{\widehat{=}} 10^{-3}\ \mathrm{u.CGSem} = = \xi \cdot 10^{-3} \approx 3 \cdot 10^{7}\ \mathrm{Fr/s} \times \times \mathrm{cm} \mathrel{\widehat{=}} \xi \cdot 10^{-3} \approx \approx 3 \cdot 10^{7}\ \mathrm{u.CGSes}$
A · sp/Wb	Reluctanța unui circuit magnetic neramificat în care tensiunea magnetică de o amperspiră determină un flux magnetic fascicular de un weber		$1\ \mathrm{A \cdot sp/Wb} = 4\pi\ \mathrm{u.MKSA}$ neraționalizat $\mathrel{\widehat{=}} 4\pi \cdot 10^{-9}$ u. CGSem neraționalizat
H		$1\ \mathrm{H} = 1\ \mathrm{Wb/A}$	$1\ \mathrm{H} \mathrel{\widehat{=}} \frac{1}{4\pi} 10^{9}\ \mathrm{u.CGSem}$ neraționalizat
$\mathrm{J/m^3}$			$1\ \mathrm{J/m^3} = 10\ \mathrm{erg/cm^3}$
$\mathrm{W/m^2}$			$1\ \mathrm{W/m^2} = 10^{3}\ \mathrm{erg/cm^2 \cdot s}$
W			$1\ \mathrm{W} = 10^{7}\ \mathrm{erg/s}$
var			$1\ \mathrm{var} = 10^{7}\ \mathrm{u.CGS}$
VA			$1\ \mathrm{VA} = 10^{7}\ \mathrm{u.CGS}$
vad			$1\ \mathrm{vad} = 10^{7}\ \mathrm{u.CGS}$

3.12.3. Relații între unități

Unitatea internațională	Unitatea absolută
1 J int	1,00020 J
1 W int	1,00020 W
1 A int	0,99985 A
1 C int	0,99985 C
1 V int	1,00035 V

3.13. UNITĂȚI DE MĂSURĂ UTILIZATE ÎN FIZICA ATOMICĂ ȘI NUCLEARĂ

Tabelul conține o listă relativ completă a unităților de măsură utilizate în fizica atomică și nucleară, reacții nucleare, radioactivitate (v. vol. III).

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
				1. *Particule*
Masa de repaus a unei particule elementare	Masa pe care o are particula elementară într-un sistem de referință față de care ea se găsește în repaus în acel moment	M	SI	kilogram
			CGS	gram
			În afara sistemelor	unitate atomică de masă
Energia de repaus a unei particule elementare w_0	Energia corespunzătoare masei de repaus m_0: $w_0 = m_0 \cdot c_0^2$ c_0 este viteza undelor electromagnetice în vid	L^2MT^{-3}	SI	joule
			CGS	erg
			În afara sistemelor	electron-volt
Sarcina elementară e	Valoarea absolută a sarcinii electronului sau protonului	TI	SI	coulomb
			CGSFr	franklin
			În afara sistemelor	sarcina elementară

internaţionale şi absolute

Unitatea internaţional	Unitatea absolută
1 ohm int	1,00050 ohm
1 F int	0,99950 F
1 Wb int	1,00035 Wb
1 H int	1,00050 H

Simbolul unităţii de măsură	Definiţia unităţii de măsură	Relaţiile de transformare	Observaţii
elementare			
kg	Unitate fundamentală		În funcţie de particula elementară la care se referă simbolul, acesta va avea indicii după cum urmează: m_p pentru proton, m_n pentru neutron, m_e pentru electron, etc
g		$1\ \mathrm{g} = 10^{-3}\ \mathrm{kg}$	
amu	1 unitate atomică de masă este egală cu 1/12 din masa nuclidului $^{12}\mathrm{C}$	$1\ \mathrm{amu} = 1{,}66043 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg} = 1{,}66043 \cdot 10^{-24}\ \mathrm{g}$ (v. 4.1)	
J			
erg		$1\ \mathrm{erg} = 10^{-7}\ \mathrm{J}$	
eV	1 electronvolt e egal cu energia pe care o cîştigă un electron care străbate o diferenţă de potenţial de un volt	$1\ \mathrm{eV} = 1{,}602095 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$ (v. 4.1)	
C			
Fr		$1\ \mathrm{Fr} \approx 3{,}33563 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{C}$	
e	1 sarcină elementară = F/N F este constanta lui Faraday N este numărul lui Avogadro	$1\ \mathrm{e} = 4{,}80298 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{Fr} = \approx 1{,}60200 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}$ (v. 4.1)	

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Spinul unei particule elementare s	Valoarea maximă exprimată în unități $h/2\pi$ a proiecției momentului cinetic propriu al particulei elementare pe o direcție fixă	Număr pur		
Momentul magnetic propriu al unei particule elementare μ	Proiecția vectorului magnetic al particulei elementare pe direcția momentului ei cinetic	L^2I	SI	amper-metru pătrat
			CGS	erg pe gauss
			În afara sistemelor	magneton nuclear magnetonul lui Bohr
				2. *Nucleu*
Număr atomic (număr de ordine) Z	Sarcina electrică a nucleului exprimată în unități e	Număr pur întreg		
Număr de masă (număr nucleonic) A	Numărul total de nucleoni din nucleul unui nuclid dat	Număr pur întreg		
Număr de neutroni N	Numărul de neutroni din nucleu	Număr pur întreg		
Abundența izotopică f_i	Proporția exprimată în fracțiuni sau procente de număr de atomi în care se găsește acel izotop în amestecul natural al izotopilor elementului respectiv	Număr pur		
Masa izotopică (masa nuclidică) M	Masa atomului neutru al unui nuclid	M	SI	kilogram
			CGS	gram
			În afara sistemelor	unitate atomică de masă

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
			$\frac{h}{2\pi} = \hbar$ h este constanta lui Planck $\hbar$ este constanta raționalizată a lui Planck
$A \cdot m^2$			
erg/Gs		$erg/Gs = 10^{-3}\ A \cdot m^2$	
N		$\mu_N \approx 5{,}05048 \cdot 10^{-24}$ erg/Gs (v. 4.1)	Momentul magnetic al electronului e este
B		$\mu_B = 0{,}92731 \cdot 10^{-20}$ erg/Gs (v. 4.1)	$\mu_0 \approx 0{,}928389 \cdot 10^{-20}$

și atom

			Nuclidul este o specie atomică caracterizată printr-un număr atomic Z și printr-un număr de masă A
kg			
g			
amu	unitate atomică de masă	unitate atomică de masă	

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Masa nucleului M		M	SI CGS În afara sistemelor	kilogram gram unitate atomică de masă
Masa atomică M_A	Media ponderată a maselor nuclidice M ale izotopilor componenți ai unui element în funcție de abundențele lor f_i în amestecul natural $$M_A = \frac{\sum_{i=1}^{n} M_i f_i}{\sum_{i=1}^{n} f_i}$$ n este numărul de izotopi componenți ai elementului	M	SI CGS În afara sistemelor	kilogram gram unitate atomică de masă
Masă atomică relativă M_r	Raportul dintre masa atomică a unui element M_A și 1/12 parte din masa atomică a ^{12}C	Număr pur		
Defectul de masă ΔM	$$\Delta M = ZM(^1_1H) + Nm_n - M$$ $M(^1_1H)$ este masa izotopică a nuclidului ^1_1H, M este masa izotopică a nuclidului respectiv, m_n este masa de repaus a neutronului, Z este numărul atomic și N numărul de neutroni (din nucleu)	M	SI CGS În afara sistemelor	kilogram gram unitate atomică de masă
Număr de exces de masă Δ	Diferența dintre valoarea numerică a masei atomice a nuclidului respectiv exprimată în amu și numărul său de masă A	Număr pur		

3.13 (continuare)

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
kg g amu	unitate atomică de masă	unitate atomică de masă	
kg g amu	unitate atomică de masă	unitate atomică de masă	Valoarea numerică a masei atomice exprimată în amu este masa atomică relativă la scara unificată (v. cap. 4)
			Se numește și greutate atomică
kg g amu	unitate atomică de masă	unitate atomică de masă	

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Fracțiune de îngrămădire f	$f = \frac{\Delta}{A}$	Număr pur		
Energia totală de legătură W	Energia corespunzătoare defectului de masă $W = \Delta M \cdot c^2$	L^2MT^{-2}	SI CGS În afara sistemelor	joule erg electron-volt
Spinul nuclear I	Valoarea maximă exprimată în unități $h/2\pi$ a proiecției momentului cinetic propriu al nucleului pe o direcție fixă	Număr pur		
Momentul magnetic nuclear μ	Proiecția vectorului momentului magnetic al nucleului pe direcția momentului cinetic	L^2I	SI CGS În afara sistemelor	amper-metru-pătrat erg pe gauss magneton nuclear magnetonul lui Bohr

3. *Radiații și interacțiunea lor*

Intensitatea de particule J	Numărul de particule care traversează un element de suprafață perpendicular pe direcția fluxului, raportat la acest element de suprafață și la durata traversării	$L^{-2}T^{-1}$	SI CGS	metru la minus doi-secundă la minus unu centimetru la minus doi-secundă la minus unu
Secțiunea eficace σ	Raportul dintre numărul de procese de un anumit tip de pe unitatea de timp pentru o particulă-țintă și intensitatea de particule incidente	L^2	SI CGS În afara sistemelor	metru pătrat centimetru pătrat barn

3.13 (continuare)

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
J			
erg			
eV	electron-volt	1 eV ≈ 1,602095 · 10^{-19} J (v. 4.1)	
A · m^2			
erg/Gs	erg pe gauss		
μ_N	magneton nuclear	1 μ_N ≈ 5,05048 × 10^{-24} erg/Gs (v. 4.1)	
μ_B	magnetonul lui Bohr	1 μ_B ≈ 0,92731 × 10^{-20} erg/Gs (v. 4.1)	

cu substanțe

$m^{-2} \cdot s^{-1}$			Se numește și densitatea fluxului de particule
$cm^{-2} \cdot s^{-1}$			
m^2			
cm^2			
b	1 barn = 10^{-24} cm^2	1 b = 10^{-24} cm^2	

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Secțiunea eficace macroscopică Σ	Produsul secțiunii eficace prin numărul N de particule-țintă pe unitatea de volum	L^{-1}	SI	metru la minus unu
			CGS	centimetru la minus unu
Parcurs R	Distanța medie pe care o particulă o străbate într-un mediu pînă la oprire	L	SI	metru
			CGS	centimetru
Parcurs masic R_m	Produsul dintre parcusul R și densitatea ρ a mediului respectiv	$L^{-2}M$	SI	kilogram pe metru pătrat
			CGS	gram pe centimetru pătrat
Pierdere liniară de energie S	$S = -\frac{dE}{dx}$ E este energia cinetică a particulei, x este distanța străbătută de particulă pe traiectorie	LMT^{-2}	SI	joule pe metru
			CGS	erg pe centimetru
			În afara sistemelor	electron-volt pe centimetru
Ionizare liniară N_e	Raportul dintre numărul de perechi de ioni ΔN produși pe distanța Δx și această distanță Δx	L^{-1}	SI	metru la minus unu
			CGS	centimetru la minus unu
Distanță de înjumătățire $d_{1/2}$	Distanța în mediul atenuat pînă la care intensitatea fasciculului se reduce la jumătate	L	SI	metru
			CGS	centimetru
Distanța de înjumătățire masică $D_{1/2}$	Produsul distanței de înjumătățire prin densitatea ρ a mediului respectiv	$L^{-2}M$	SI	kilogram pe metru pătrat
			CGS	gram pe centimetru pătrat
Coeficient de atenuare liniar μ_{el}	Inversul distanței la care intensitatea fasciculului care traversează un mediu se reduce la $1/e$	L^{-1}	SI	metru la minus unu
			CGS	centimetru la minus unu

3.13. (continuare)

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
m^{-1} cm^{-1}			
m cm			
kg/m^2 g/cm^2			
J/m erg/cm eV/cm			Se numește și putere de oprire liniară
m^{-1} cm^{-1}			
m cm			Se numește și semigrosime. Pentru absorbția exponențială $d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$
kg/m^2 g/cm^2			Se numește și strat de semiabsorbție
$m_{-}{}^{1}$ cm^{-1}			Acest coeficient se folosește în cazul atenuării exponențiale

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Coeficient de atenuare masic μ_{em}	Raportul coeficientului de atenuare liniar prin densitatea ρ a mediului	L^2M^{-1}	SI CGS	metru pătrat pe kilogram centimetru pătrat pe gram

4. *Radio-*

Constanta de dezintegrare λ	Probabilitatea de dezintegrare a unei particule elementare sau a unui nucleu raportată la unitatea de timp	T^{-1}	SI CGS	secundă la minus unu
Viața medie τ	Intervalul de timp în cursul căruia numărul de nuclee N_0 scade în medie la N_0/e, în care e este baza logaritmilor naturali	T	SI CGS În afara sistemelor (v. 3.2)	secundă oră zi an (tropic)
Timpul de înjumătățire $T_{1/2}$	Intervalul de timp în cursul căruia se dezintegrează în medie jumătate din numărul particulelor instabile	T	SI CGS În afara sistemelor (v. 3.2)	secundă oră zi an (tropic)
Activitatea unei surse A	$A = -\frac{dN}{dt}$ N este numărul de nuclizi radioactivi la timpul t	T^{-1}	SI CGS În afara sistemelor	secundă la minus unu curie
Activitatea specifică A_s	Raportul dintre activitatea unei surse radioactive și masa acestei surse	$M^{-1}T^{-1}$	SI CGS În afara sistemelor	secundă la minus unu-kilogram la minus unu secundă la minus unu-gram la minus unu curie pe gram

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
m^2/kg cm^2/g			
activitatea			
s^{-1}			
s h d a_t			$\tau = \frac{1}{\lambda}$
s h d a_t			
s^{-1} curie	1 curie = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ s^{-1}	1 curie = $3{,}7 \cdot 10^{10} s^{-1}$ (exact)	Se numește și viteză de dezintegrare
$s^{-1} \cdot kg^{-1}$ curie/g		1 curie/g = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ $s^{-1} \cdot g^{-1}$ (exact)	

3.14. UNITĂŢI DE MĂSURĂ PENTRU DOZE DE RADIAŢII NUCLEARE ŞI PENTRU EFECTE BIOLOGICE

Tabelul conţine o listă completă a unităţilor de măsură utilizate în dozimetria radiaţiilor ionizante şi în măsurarea efectelor biologice (v. 3.2).

Denumirea şi simbolul mărimii	Ecuaţia de definiţie a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unităţi	Denumirea unităţii de măsură
Doza absorbită D	Energia transferată de către radiaţiile ionizate unităţii de masă a materialului iradiat $D = \frac{W}{m}$	L^2T^{-2}	În afara sistemelor	rad [1] [2]
Debitul dozei absorbite d	Raportul dintre doza absorbită şi durata iradierii $d = \frac{D}{t}$	L^2T^{-3}	În afara sistemelor	rad pe secundă
Doza (de ionizare)[3] Δ	Sarcina electrică de un semn a perechilor de ioni produşi de către emisiunea corpusculară asociată [4], la echilibru, a unei radiaţii Röntgen sau gamma într-o unitate de măsură de aer în condiţii determinate $\Delta = \frac{Q}{m}$	$M^{-1}TI$	În afara sistemelor	röntgen [3]

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
rad	Pe baza sistemului MKSA: doza absorbită de 10^{-2} J de către 1 kg de material iradiat	1 rad = 10^{-2} J/kg	1) Se folosește uzual submultiplul milirad: 1 mrad = 10^{-3} rad. 2) Pentru măsurarea dozei absorbite există în literatura de specialitate unitatea de măsură rep: 1 rep = 0,95 rad. Această unitate de măsură nu se va mai folosi
	Pa baza sistemului CGS: doza absolută de 100 erg de către 1 g de material iradiat	1 rad = 100 erg/g	
rad/s	Debitul dozei absorbite, la care doza absorbită uniform de către materialul iradiat este de 1 rad în fiecare secundă	1 rad/s = 10^{-2} J/kg·s = = 100 erg/g · s	
R	În baza sistemului MKSA: doza(de ionizare) de radiație Röntgen sau gamma a cărei emisiune corpusculară asociată [4]) la echilibru produce în $1{,}293 \cdot 10^{-6}$ kg de aer (masa a 10^{-6}m³ de aer curat la temperatura de 0°C și presiunea de 101 325N/m²), ioni purtînd sarcina de $\frac{1}{3} \cdot 10^{-9}$C de fiecare semn	1 R = $3{,}58 \cdot 10^{4}$C/kg	3) Mărimile doză (de ionizare) și debitul dozei (de ionizare), cum și unitățile de măsură respective R și R/s se aplică numai radiațiilor electromagnetice pînă la 3 MeV (Röntgen și gamma) 4) Emisiunea corpusculară asociată cuprinde electroni produși prin efectul fotoelectric, efectul Compton și formarea de perechi
	În baza sistemului CGSFr: doza (de ionizare) de radiație Röntgen sau gamma a cărei emisiune corpusculară asociată [4]) la echilibru produce în $1{,}293 \cdot 10^{-3}$ g de aer (masa a 1 cm³ de aer curat la temperatura de 0°C și presiunea de 1,01325 bar), ioni purtînd sarcina de 1 Fr de fiecare semn	1 R = $\frac{10^3}{1{,}293}$ Fr/g	

Denumirea și simbolul mărimii	Ecuația de definiție a mărimii	Dimensiunea	Sistemul de unități	Denumirea unității de măsură
Debitul dozei (de ionizare) δ	Raportul dintre doza (de ionizare) și durata iradierii $\delta = \frac{\Delta}{t}$	$M^{-1}I$	În afara sistemelor	röntgen pe secundă 3)

Eficiența biologică relativă η	Raportul dintre doza absorbită a radiației de referință 5) și doza absorbită a radiației atomice considerate, care produc calitativ și cantitativ același efect biologic în țesutul normal în aceleași condiții de stare inițială	Număr pur		
Doza biologică 6) B	Doză absorbită evaluată după efectul biologic pe care îl produce $B = \eta \cdot D$	L^2T^{-2}	În afara sistemului	rem 6)
Debitul dozei biologice 6) b	Raportul dintre doza biologică și durata iradierii $b = \frac{B}{t}$	L^2T^{-2}	În afara sistemului	rem pe secundă 2)
Doza biologică integrală 6) B_i	Doza biologică primită de masa întregului țesut iradiat $B_i = m \cdot B$	L^2MT^{-2}	În afara sistemului	rem-gram 2)

Simbolul unității de măsură	Definiția unității de măsură	Relațiile de transformare	Observații
R/s	Debitul dozei (de ionizare) la care doza (de ionizare) produsă uniform e de 1 röntgen în fiecare secundă	$1\ \mathrm{R/s} = 2{,}58 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{C/s \cdot kg}$	

măsurarea efectelor biologice

			5) Radiația de referință pentru stabilirea eficienței biologice relative este radiația Röntgen de 200 kV ușor filtrată
rem	Doza biologică primită (încasată) de un țesut iradiat cu o radiație atomică care are același efect biologic cu un rad de radiație standard	$1\ \mathrm{rem} = 10^{-2}\ \mathrm{J/kg} = 100\ \mathrm{erg/g}$	6) Mărimile doză biologică, debitul dozei biologice și doza biologică integrală, cum și unitățile de măsură respective rem, rem/s și rem · g se aplică tuturor radiațiilor atomice și se bazează pe măsurarea energiei transferate țesutului de către aceste radiații și aprecierea efectului lor biologic cu ajutorul efectivității biologice relative
rem/s	Debitul dozei biologice la care doza biologică primită uniform e de un rem în fiecare secundă	$1\ \mathrm{rem/s} = 10^{-2}\ \mathrm{J/kg \cdot s} = 100\ \mathrm{erg/g \cdot s}$	
rem · g	Doza biologică integrală, cînd un țesut de un gram primește o doză biologică de un rem	$1\ \mathrm{rem \cdot g} = 10^{-5}\ \mathrm{J} = 100\ \mathrm{erg}$	

3.15. CONVERSIA MĂRIMILOR CARACTERISTICE ALE RADIAŢIILOR

Scările funcţionale din fig. 3.1 permit determinarea rapidă dar aproximativă, a valorilor unor mărimi caracteristice ale radiaţiilor: λ, lungimea de undă în cm, $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$, numărul de undă în cm^{-1}, frecvenţa $\nu = c/\lambda$ în s^{-1}, energia fotonului $\varepsilon = h\nu$ în joule (Ws) şi în electron-

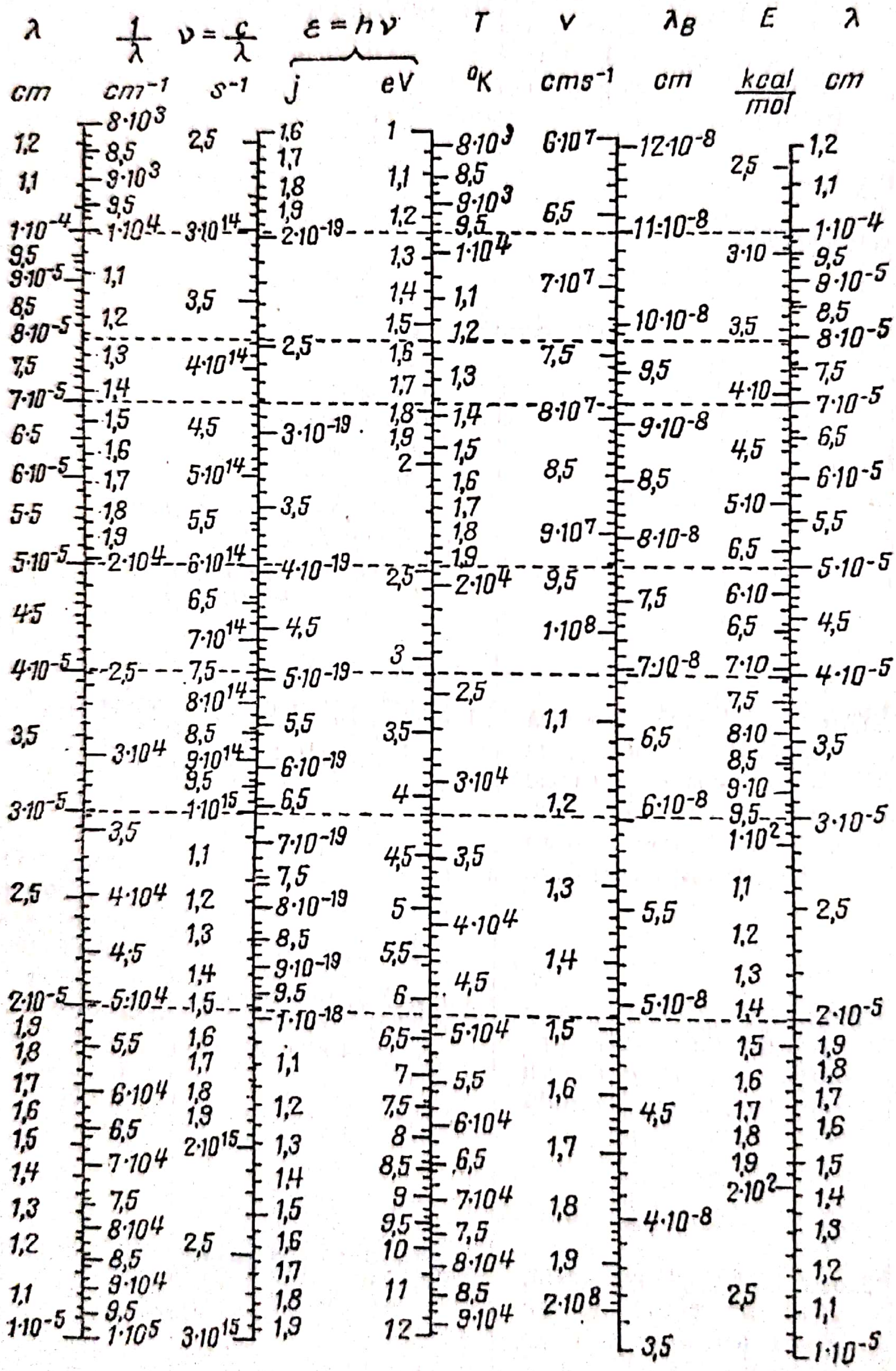


Fig. 3.1

volt (eV), temperatura T în °K corespunzătoare energiei de agitație a electronului cu o energie egală cu cea a fotonului, deci:

$$h\nu = \frac{3}{2}kT \quad \text{sau} \quad T = \frac{2h\nu}{3k}$$

şi energia corespunzătoare radiației pentru un mol de fotoni în kcal·mol^{-1}($E = Nh\nu$).

O scară funcțională $v \div \lambda_B$ permite transformarea: viteza electronului (cm·s^{-1}), lungimea de undă asociată (cm) energia $\left(E = \frac{mv^2}{2} = h\nu\right)$ radiației conform ecuației:

$$\lambda_B = \frac{h}{mv}$$

(m este masa de repaos a electronului, v. 4.1). Pentru valorile constantelor care intră în ecuațiile de înainte, v. 4.1.

Scara funcțională din fig. 3.2 (absorbanța A — transmitanța T) permite o conversie rapidă şi relativ exactă între cele două mărimi legate prin ecuațiile de definiție (v. vol. II):

$$\lg\frac{1}{T} = \lg\frac{P_0}{P} = A$$

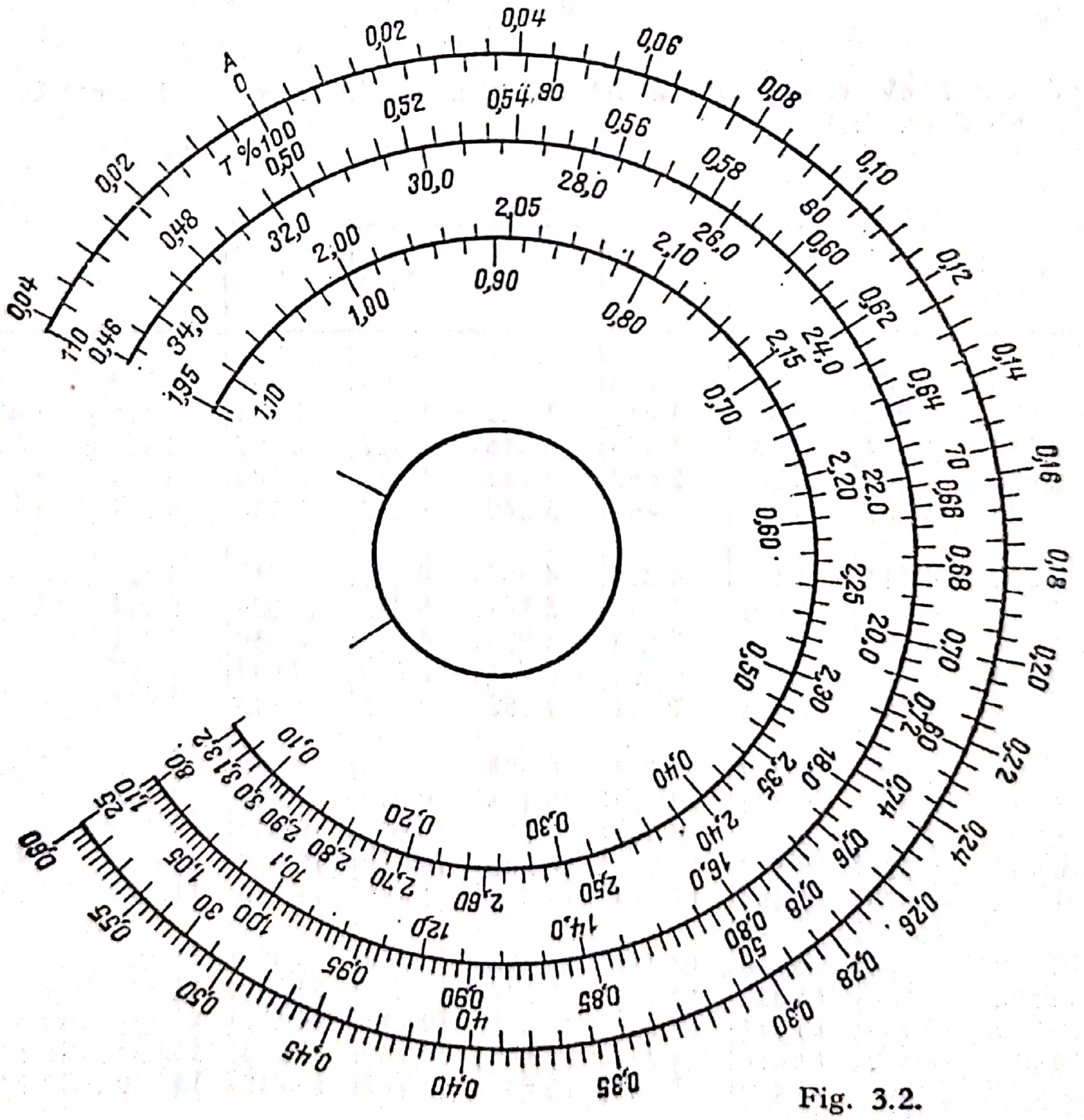

A
0
T %100
0,02
0,04
0,06
0,08
0,10
0,12
0,14
0,16
0,18
0,20
0,22
0,24
0,26
0,28
0,30
90
80
70
50
0,46
0,48
0,50
0,52
0,54
0,56
0,58
0,60
0,62
0,64
0,66
0,68
0,70
34,0
32,0
30,0
28,0
26,0
24,0
22,0
20,0
18,0
16,0
14,0
1,95
2,00
2,05
2,10
2,15
2,20
2,25
2,30
2,35
2,40
2,50
2,60
2,70
1,10
1,00
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,95
0,90
0,85
0,80
0,55
0,50
0,45
0,40
0,35

Fig. 3.2.

în care P_0 este puterea incidentă a radiației și P — puterea transmisă pentru mediul cu absorbanța A și transmitanța T.

Conform legii Lambert — Bouguer — Beer:

$$P = P_0 \, 10^{-acl}$$

în care a este absorbtivitatea molară, l — grosimea stratului absorbant și c — concentrația:

$$a = \frac{A}{l\,(\mathrm{cm})\ \ c\,(\mathrm{mol \cdot l^{-1}})} = \frac{A}{l_c} \cdot \frac{1000\ \mathrm{cm^2}}{\mathrm{mol}}$$

În general a este reprezentat în unități 1 000 $\mathrm{cm^2\ mol^{-1}}$. În scara funcțională T este exprimat în procente.

3.16. TRANSFORMAREA ENERGIEI RADIAȚIEI (ELECTRON-VOLT) ÎN NUMĂR DE UNDĂ ($\mathrm{cm^{-1}}$)

Tabelul conține datele transformării energiei măsurate în eV în număr de undă conform ecuației:

$$E = hc\bar{\nu} = \frac{hc}{\lambda},$$

considerînd că: 1 eV corespunde astfel la 8066 $\mathrm{cm^{-1}}$, respectiv 1 $\mathrm{cm^{-1}}$ corespunde la $1{,}23980 \cdot 10^{-4}$ eV (v. 4.1).

eV	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0	81	161	242	323	403	484	565	645	726
0,1	807	887	968	1 049	1 129	1 210	1 291	1 371	1 452	1 533
0,2	1 613	1 694	1 775	1 855	1 936	2 017	2 097	2 178	2 258	2 339
0,3	2 420	2 500	2 581	2 662	2 742	2 823	2 904	2 984	3 065	3 146
0,4	3 226	3 307	3 388	3 468	3 549	3 630	3 710	3 791	3 872	3 952
0,5	4 033	4 114	4 194	4 275	4 356	4 436	4 517	4 598	4 678	4 759
0,6	4 840	4 920	5 001	5 072	5 162	5 243	5 324	5 404	5 485	5 566
0,7	5 646	5 727	5 808	5 888	5 969	6 050	6 130	6 211	6 291	6 372
0,8	6 453	6 533	6 614	6 695	6 775	6 856	6 937	7 017	7 098	7 179
0,9	7 259	7 340	7 421	7 501	7 582	7 663	7 743	7 824	7 905	7 985
1,0	8 066	8 147	8 227	8 308	8 388	8 469	8 550	8 631	8 711	8 792
1,1	8 873	8 953	9 034	9 115	9 195	9 276	9 357	9 437	9 518	9 599
1,2	9 679	9 760	9 841	9 921	10 002	10 083	10 163	10 244	10 324	10 405
1,3	10 486	10 566	10 647	10 728	10 808	10 889	10 970	11 050	11 131	11 212
1,4	11 292	11 373	11 454	11 534	11 615	11 696	11 776	11 857	11 938	12 018
1,5	12 099	12 180	12 260	12 341	12 422	12 502	12 583	12 664	12 744	12 825
1,6	12 906	12 986	13 067	13 148	13 228	13 309	13 390	13 470	13 551	12 632
1,7	13 712	13 793	13 874	13 954	14 035	14 116	14 196	14 277	14 357	14 438
1,8	14 519	14 599	14 680	14 761	14 841	14 922	15 003	15 083	15 164	15 245
1,9	15 325	15 406	15 487	15 567	15 648	15 729	15 819	15 890	15 971	16 051

3.16 (continuare)

eV	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,0	16 132	16 213	16 293	16 374	16 455	16 535	16 616	16 697	16 777	16 858
2,1	16 939	17 019	17 100	17 181	17 261	17 342	17 423	17 503	17 584	17 665
2,2	17 745	17 826	17 907	17 987	18 068	18 149	18 229	18 310	18 390	18 471
2,3	18 552	18 632	18 713	18 794	18 874	18 955	19 036	19 116	19 197	19 278
2,4	19 358	19 439	19 520	19 600	19 681	19 762	19 842	19 923	20 004	20 084
2,5	20 165	20 246	20 326	20 407	20 488	20 568	20 649	20 730	20 810	20 891
2,6	20 972	21 052	21 138	21 214	21 294	21 375	21 456	21 536	21 617	21 698
2,7	21 778	21 859	21 940	22 020	22 101	22 182	22 262	22 343	22 423	22 504
2,8	22 585	22 665	22 746	22 827	22 907	22 988	23 069	23 149	23 230	23 311
2,9	23 391	23 472	23 553	23 633	23 714	23 795	23 875	23 956	24 037	24 117
3,0	24 198	24 279	24 359	24 440	24 521	24 601	24 682	24 763	24 843	24 924
3,1	25 005	25 085	25 166	25 247	25 327	25 408	25 489	25 569	25 650	25 731
3,2	25 811	25 892	25 973	26 053	26 134	26 215	26 295	26 376	26 456	26 537
3,3	26 618	26 698	26 779	26 860	26 940	27 021	27 102	27 812	27 263	27 344
3,4	27 424	27 505	27 586	27 666	27 747	27 828	27 908	27 989	28 070	28 150
3,5	28 231	28 312	28 392	28 473	28 554	28 634	28 715	28 796	28 876	28 957
3,6	29 038	29 118	29 199	29 280	29 360	29 441	29 522	29 602	29 683	29 764
3,7	29 844	29 925	30 006	30 086	30 167	30 248	30 328	30 409	30 489	30 570
3,8	30 651	30 731	30 812	30 893	30 973	31 054	31 135	31 215	31 296	31 377
3,9	31 457	31 538	31 619	31 699	31 780	31 861	31 941	32 022	32 103	32 183
4,0	32 264	32 345	32 425	32 506	32 587	32 667	32 748	32 829	32 909	32 990
4,1	33 071	33 151	33 232	33 313	33 393	33 474	33 555	33 635	33 716	33 797
4,2	33 877	33 958	34 039	34 719	34 200	34 281	34 361	34 442	34 522	34 604
4,3	34 684	34 764	34 845	34 926	35 006	35 087	35 168	35 248	35 329	35 410
4,4	35 490	35 571	35 652	35 732	35 813	35 894	35 974	36 055	36 136	36 216
4,5	36 297	36 378	36 458	36 539	36 620	36 700	36 781	36 862	36 942	37 023
4,6	37 104	37 184	37 265	37 346	37 426	37 507	37 588	37 668	37 749	37 830
4,7	37 910	37 991	38 072	38 152	38 233	38 314	38 394	38 475	38 555	38 636
4,8	38 717	38 797	38 878	38 959	39 039	39 120	39 201	39 281	39 362	39 443
4,9	39 523	39 604	39 685	39 765	39 846	39 927	40 007	40 088	40 169	40 249
5,0	40 330	40 411	40 491	40 572	40 653	40 733	40 814	40 894	40 975	41 056
5,1	41 137	41 217	41 298	41 379	41 459	41 540	41 621	41 701	41 782	41 863
5,2	41 943	42 024	42 105	42 185	42 266	42 347	42 427	42 508	42 588	42 669
5,3	42 750	42 830	42 911	42 992	43 072	43 153	43 234	43 314	43 395	43 476
5,4	43 556	43 637	43 718	43 798	43 879	43 960	44 040	44 121	44 202	44 282
5,5	44 363	44 444	44 524	44 605	44 686	44 766	44 847	44 928	45 008	45 089
5,6	45 170	45 250	45 331	45 412	45 492	45 573	45 654	45 734	45 815	45 896
5,7	45 976	46 057	46 138	46 218	46 299	46 380	46 460	46 541	46 621	46 702
5,8	46 783	46 863	46 944	47 025	47 105	47 186	47 267	47 347	47 428	47 509
5,9	47 489	47 670	47 751	47 831	47 912	47 993	48 073	48 154	48 235	48 315

eV	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6,0	48 396	48 477	48 557	48 638	48 719	48 799	48 880	48 961	49 041	49 122
6,1	49 203	49 283	49 364	49 445	49 525	49 606	49 687	49 767	49 848	49 929
6,2	50 009	50 090	50 171	50 251	50 332	50 413	50 493	50 574	50 654	50 735
6,3	50 816	50 896	50 977	51 058	51 138	51 219	51 300	51 380	51 461	51 542
6,4	51 622	51 703	51 784	51 864	51 945	52 026	52 106	52 187	52 268	52 348
6,5	52 429	52 510	52 590	52 671	52 752	52 832	52 913	52 994	53 074	53 155
6,6	53 236	53 316	53 397	53 478	53 558	53 639	53 720	53 800	53 881	53 962
6,7	54 042	54 123	54 204	54 284	54 365	54 446	54 526	54 607	54 687	54 768
6,8	54 849	54 929	55 010	55 091	56 171	55 252	55 333	55 413	55 494	55 575
6,9	55 655	55 736	55 817	55 897	55 978	56 059	56 139	56 220	56 301	56 381
7,0	56 462	56 543	56 623	56 704	56 785	56 865	56 946	57 027	57 107	57 188
7,1	57 269	57 349	57 430	57 511	57 591	57 672	57 753	57 835	57 914	57 995
7,2	58 075	58 156	58 237	58 317	58 398	58 479	58 559	58 640	58 720	58 801
7,3	58 882	58 962	59 043	59 124	59 204	59 285	59 366	59 446	59 527	59 608
7,4	59 688	59 769	59 850	59 930	60 011	60 092	60 172	60 253	60 334	60 414
7,5	60 495	60 576	60 656	60 737	60 818	60 898	60 979	61 060	61 140	61 221
7,6	61 302	61 382	61 463	61 544	61 624	61 705	61 786	61 866	61 947	62 028
7,7	62 108	62 189	62 270	62 350	62 431	62 512	62 592	62 673	62 753	62 834
7,8	62 915	62 995	63 076	63 157	63 237	63 318	63 399	63 479	63 560	63 641
7,9	63 721	63 802	63 883	63 963	64 044	64 125	64 205	64 286	64 367	64 447
8,0	64 528	64 609	64 689	64 770	64 851	64 931	65 012	65 093	65 173	65 254
8,1	65 335	65 415	65 496	65 577	65 657	65 738	65 819	65 899	65 980	66 061
8,2	66 141	66 222	66 303	66 383	66 464	66 545	66 625	66 706	66 786	66 867
8,3	66 948	67 028	67 109	67 190	67 270	67 351	67 432	67 512	67 593	67 674
8,4	67 754	67 835	67 916	67 996	68 077	68 158	68 238	68 319	68 400	68 480
8,5	68 561	68 642	68 722	68 803	68 884	68 964	69 045	69 126	69 206	69 287
8,6	69 368	69 448	69 529	69 610	69 690	69 771	69 855	69 932	70 013	70 094
8,7	70 174	70 255	70 336	70 416	70 497	70 578	70 658	70 739	70 819	70 907
8,8	70 981	71 061	71 142	71 223	71 303	71 384	71 465	71 545	71 626	71 700
8,9	71 787	71 868	71 949	72 029	72 110	72 191	72 271	72 352	72 433	72 513
9,0	72 594	72 675	72 755	72 836	72 917	72 997	73 078	73 159	73 239	73 320
9,1	73 041	73 481	73 562	73 643	73 723	73 804	73 885	73 965	74 046	71 127
9,2	74 207	74 288	74 369	74 449	74 530	74 611	74 691	74 772	74 852	74 933
9,3	75 014	75 094	75 175	75 256	75 336	75 417	85 498	75 578	75 659	75 740
9,4	75 820	75 901	75 982	76 062	76 143	76 224	76 304	76 385	76 466	76 546
9,5	76 627	76 708	76 788	76 869	76 950	77 030	77 111	77 129	77 272	77 353
9,6	77 434	77 514	77 595	77 676	77 756	77 837	77 918	77 998	78 079	78 160
9,7	78 240	78 321	78 402	78 482	78 563	78 644	78 724	78 805	78 885	78 966
9,8	79 047	79 127	79 208	79 289	79 369	79 450	79 531	79 611	79 692	79 773
9,9	79 853	79 934	80 015	80 095	80 176	80 257	80 337	80 418	80 499	80 579
10,0	80 660									

3.17. CONVERTIREA UNITĂȚILOR DE MĂSURĂ STRĂINE ÎN UNITĂȚI METRICE ȘI INVERS

Tabelele 3.17.2 și 3.17.3 permit ușor transformarea unor unități de măsură străine, utilizate frecvent în literatura tehnică în unități metrice și invers, ceea ce oferă posibilitatea unor comparații rapide a datelor din tabele sau diagrame.

Pentru o mai rapidă și mai ușoară utilizare, unitățile sînt trecute în aceste tabele în ordinea alfabetică.

În tabelele 3.17.4—3.17.7 sînt grupate datele de transformare ale unităților străine în unități metrice și invers pentru diferite mărimi deosebit de utilizate în tehnică și știință.

În general, pentru utilizarea tabelelor nu este necesară nici o explicație suplimentară, dar sînt demne de reținut următoarele observații, pînă la introducerea completă a sistemului SI:

a) Între unitățile de lungime folosite în S.U.A., Canada și Anglia există diferențe relativ mici (tabelul 3.17.4).

Se tinde la o uniformizare a unităților de lungime, în sensul următor:

1 yard (englez) = 1 yard (S.U.A.) = 1 yard = $\frac{36}{39{,}370079}$ m = 0,9144000 m, de unde rezultă

1 inch = 25,40000 mm (v. tabelul 4.1.1.).

Acest inch convențional este egal cu țolul (U.R.S.S.) (1 totsca = 1/2800 arsin).

b) Pentru masă sînt valabile în S.U.A. și în Anglia două sisteme de unități: „avoirdupois“ (av) i „troy“ (tr), ultimul valabil numai pentru metalele nobile. Sistemul „apothecary“, se utilizează numai pentru medicamente și nu este conținut în aceste tabele.

Un grainavoir este egal cu un graintroy, dar ounce și pound au însă, în cele două sisteme, valori numerice diferite. Unitatea de masă pound (av) valabilă în Anglia are valoarea practic egală cu cea utilizată în S.U.A.

c) Unitatea de capacitate gallon în Anglia are o valoare cu aproximativ 20% mai mare decît gallonul valabil în S.U.A.

d) Unitatea pentru cantitatea de căldură B.T.U. (British Thermal Unit) este egală cu cantitatea de căldură necesară pentru a ridica temperatura unui pound de apă cu un grad Fahrenheit.

1 B.T.U. este egal cu aproximativ 1/4 kcal.

3.17.1. Notații și prescurtări ale unităților de măsură străine

Următoarele unități:	Sînt înregistrate sub:	Are prescurtarea:
inch pătrat	square inch	sqin
inch cub	cubic inch	cuin
lb (libră)	pound	lb
libre pe inch pătrat	pound/square inch	psi
metru cub normal (gaz 0°C, 760 mm Hg)	m³N	m³N
picior pătrat	square foot	sqft
picior cubic	cubic foot	cuft
țol	inch și țol	in și
țol pătrat	square inch	sqin
țol cubic	cubic inch	cuin
uncie	ounce	oz

3.17.2. Convertirea unităților de măsură străine în unități metrice

Pentru a converti:	în:	se înmulțește cu:	Pentru a converti:	în:	se înmulțește cu:
acre	ha	0,40468	dram	g	1,77185
acre	m^2	4046,8	fathom (6ft)	m	1,8288
barrel (engl.)	m^3	0,163656	foot	m	0,304800
barrel S.U.A.)	m^3	0,1192414	foot/minut	m/s	0,00508
barrel de petrol (S.U.A.)	l	158,758	foot pound (av.)	joule	1,355
barrel de petrol (S.U.A.)	t	v.tabelul 3.30	foot pound (av.)	kgfm	0,1383
British Thermal Unit (B.T.U.)	kcal	0,2520	foot pound	Wh	0,0003766
			foot pound/secundă	kgm/s	0,138349
B.T.U.	kWh	0,0002929	foot pound/secundă	CP	0,00184
B.T.U.	kgfm	107,58	foot pound/secundă	W	1,3551
B.T.U./cubic foot	kcal/m^3	8,8997	foot pound/cubic foot	kgfm/m^3	4,8807
B.T.U./cubic foot · °F	kcal/m^3 · grd	16,017	foot/secundă	km/h	1,0973
B.T.U./cubic foot · oră	kcal/m^3 · h	8,9	foot/(secundă)^2	m/s^2	0,305
B.T.U./foot · oră · °F	kcal/m · h · grd	1,49	gallon (engl.)	l	4,54608
B.T.U./inch · oră · °F	kcal/m · h · grd	17,87	gallon (S.U.A.)	l	3,78543
B.T.U. inch/sqfoot · oră · °F	kcal · m/m^2 · h grd	0,124	gallon petrol (S.U.A.)	l	3,77994
B.T.U. foot/sqfoot · oră · °F	kcal · m/m^2 · h · grd	1,49	grain (av. și troy)	g	0,0648
B.T.U./pound (av.)	kcal/kg	0,556	horse power (H.P.)	B.T.U/secundă	0,7074
B.T.U./pound · °F	kcal/kg · grd	1,00	horse power	feetpounds-secundă	550
B.T.U./secundă	CP	1,43	horse power	kcal/h	641,24
B.T.U./secundă	kW	1,054	horse power	kcal/s	0,1783
B.T.U./secundă	kgfm/s	107,58	horse power	kW	0,7458
B.T.U./square foot	kcal cm^2	0,0002713	horse power	kgfm/s	76,040
B.T.U./square inch.	kcal/cm^2	0,039076	horse power	CP	1,0139
B.T.U./square inch	kcal/m^2	390,76	inch (v. și țol)		
bushel (engl.)	l	36,3677	inch (engl.)	mm	25,399956
bushel (S.U.A.)	l	35,2393	inch (S.U.A.)(= 1/0,3937)	mm	25,400051
chain	m	20,12	inch Hg	atm	0,0334
cubic foot	l (= dm^3)	28,317	inch Hg	pounds(av.)/sqin	0,490
cubic foot	m^3	0,028317	inch Hg	at	0,03455
cubic foot (gaz perfect), la 60 °F, 30 inches, uscat)	m^{3}N	0,02635	inch apă	kgf/cm^2 (at)	0,002539
			inch apă	atm	0,002458
cubic foot/pound (av.)	m^3/kg sau l/g	0,0624	inch apă	pounds(av.)/sqfoot	5,195
cubic inch	cm^3	16,387	inch apă	pounds(av.)/sqin	0,0360
cubic yard	m^3	0,76455	inch apă	at	0,002527

inch pound (av.)	kgcm	1,152
libre v. pound		
long. ton v. ton		
mile (admir)	km	1,8551
mile (marină)	km	1,85317
mile (statute)	km	1,60934
mile (marină)/oră (nod)	km/oră	1,852
ounce (av.)	g	28,3495
ounce (troy) [1]	g	31,1
ounce/square yard	g/m^2	33,8
pint	l	0,56825
pound (av.)	g	453,592428
pound (troy)	g	373,242
pound (av.) acre	kg/ha	1,12
pound (av.)/cubic foot	$g/cm^3 = kg/l = t/m^3$	0,01602
pound (av./cubic foot	kg/m^3	16,01533
pound (av.)/cubic foot. oră	$kg/m^3 \cdot h$	16,03
pound (av.)/cubic foot (la 60°F, 30 inches)	g/cm^3N	0,017
pound (av.)/cubic inch	kg/cm^3	0,02768
pound (av)/foot	kg/m	1,48815
pound (av.)/gallon (engl.)	$g/l = kg/m^3$	99,8
pound (av.)/gallon(S.U.A.)	$g/l = kg/m^3$	119,8
pound (av.)/horse power	kg/CP	0,4475
pound (av.)/inch	kgf/m	17,85
pound (av.)/square foot	dyn/cm^2	479
pound (av.)/square foot	inches apă	0,1925
pound (av.)/square foot	kg/m^2	4,8825
pound (av.)/square foot	kg/cm^2	0,00049
pound (av.)/square foot·oră	$kg/m^2 \cdot h$	4,8825
pound (av.)/square inch	inches Hg	2,042
pound (av.)/square inch	inches apă	27,8
pound (av.)/square inch	at	0,07035
pound (av.)/square inch	mm Hg	51,7
pound (av.)/1000 sq · inch	kg/mm^2	0,7031
pound (av.)/square inch	atm	0,0681
pound (av.)/square yard	kg/m^2	0,5425
quart. (engl.)	l	1,136
quart. (S.U.A.)	l	0,94636
quintal	kg	100,00
short ton v. ton.		
slug	kg	14,61
square foot	cm^2	929,03
square foot	m^2	0,0929
square inch	cm^2	6,4516
square inch	m^2	0,00064516
square mile	km^2	2,58994
square yard	m^2	0,83613
therm	kcal	25210
ton (engl.)	kg	1016,047
ton long (S.U.A.) [2]	kg	1016,047
ton ocean (navală)	m^3	1,327
ton register	m^3	2,8317
ton, short = net ton (S.U.A.)	kg	907,1853
ton/square inch (engl.)	atm	152,4
ton/square inch (engl.)	kgf/mm^2	1,575
ţol (în măsurători industriale)	mm	25,400000
yard (= 3 feet)	m	0,914400
yard pound	kgm	0,415

---

[1] Troy ounce este egal cu 480 grains pentru pietre preţioase.

[2] Se obişnueşte exprimarea materiilor prime în long tons şi a produselor fabricate în short tons.

3.17.3. Convertirea unităţilor metrice în unităţi de măsură străine

Pentru a converti:	în:	se înmulţeşte cu:	Pentru a converti:	în:	se înmulţeşte cu:
a (= 100 m²)	acre	0,0247	kcal/kg · grd	B.T.U. (pound · °F)	0,999
at	inches Hg	28,959	kcal/(kg · °K) entropie	Entropy units	1,0
at	inches apă	393,70113	kcal/m·h·grd	B.T.U./inch · oră · °F	0,056
at	pounds (av.)/square inch	14,223	kcal/m²	B.T.U./square inch	0,002559
atm	inches Hg	29,922	kcal/m³	B.T.U./cubic foot	0,011225
atm	inches apă	407,364	kcal/m³ · h	B.T.U./cubic foot · oră	0,1123
atm	pounds (av.)/square inch	14,696	kcal/m³ · °C	B.T.U./cubic foot · °F	0,0624
cm	inch (ţol)	0,39370079	kcal/s	horse powers	5,61
cm²	square feet	0,00108	kg	lbs (= pounds av.)	2,20462
cm²	square inches	0,155001	kg	lbs (= pounds troy)	2,67923
cm³	cubic feet	0,00003532	kg	ounces (av.)	35,27
cm³	cubic inches	0,061024	kg	ounces (troy)	32,15
CP	B.T.U./secundă	0,6975	kg	slugs	0,06845
CP	feet pounds (av.)/secundă	544,0	kgf/cm²	inches apă	395,7
CP	horse powers	0,9863	kgf/cm²	pounds (av.)/square foot	2040
dm³	cubic feet	0,035319	kgf/cm²	pounds (av.)/square inch	14,223
dyn/cm²	pounds (av.)/square foot	0,002087	kgf/cm³	pounds (av.)/cubic inch	36,1253
g	drams	0,5645	kg/ha	pounds (av.)/acre	0,89
g	grains (av. şi troy)	15,4323	kg/l	pounds (av.)/cubic foot	62,4
g	ounces (av.)	0,03527	kgf/m	pounds (av.)/foot	0,67197
g	ounces (troy)	0,0322	kgf/m	pouqds (av.)/inch	0,0561
g	pounds (av.)	0,002205	kgf/m²	pounds (av.) square foot	0,2048
g	pounds (troy)	0,00268	kgf/mm²	pounds (av.)/1 000 sq. inch	1,423
g/cm³	pounds (av.)/cubic foot	62,4	kg/m³	pounds (av.)/cubic foot	0,06244
g/l	pounds/gallon (engl.)	0,01	kg/m³	pounds (av.)/gallon (engl.)	0,01
g/l	pounds/gallon S.U.A.	0,0085	kg/m³	pounds (av.)/gallon (S.U.A.)	0,0083
g/m²	ounces/square yard	0,03	kg/m³ · h	pounds (av.)/cubic foot · oră	0,0624
g/m³N	grains/cubic foot(la 60°F, 30 inches)	0,414	km	miles (marină)	0,5399
g/cm³N	pounds/cubic foot(la 60°F, 30 inches)	59,21	km	miles (statute)	0,6214
hl	barrels (petrol) S.U.A.	0,630	km²	square miles	0,3861
kcal	B.T.U.	3,968	kW	B.T.U./secundă	0,949
kcal/cm²	B.T.U./square inch	25,59	kW	feet · pounds (av.)/secundă	738,0
kcal/h	horse powers	0,00156	kW	horse powers	1,3418
			kWh	B.T.U.	3414,2

kgfm	B.T.U.	0,009302
kgfm	feet pounds (av.)	7,233
kgfm	yards pounds (av.)	2,409
kgfm/m^3	feet pounds/cubic foot	0,205
kgfm/s	feet pounds/secundă	7,233
kgfm/s	horse powers	0,013151
l	bushels (engl.)	0,0275
l	bushels (S.U.A.)	0,02837
l	cubic feet	0,0353165
l	gallons (engl.)	0,2201
l	gallons (S.U.A.)	0,2642
l	gallons petrol (S.U.A.)	0,2647
l	pints	1,75079
l/km	gallons (engl.)/mile	0,355
l/km	gallons (S.U.A.)/mile	0,424
l/l	gallons (engl.)/cubic foot	6,25
l/l	gallons (S.U.A.)/cubic foot	7,45
m	fathom	0,54681
m	feet	3,280843
m	inches	39,37
m	yards	1,0936132
m/s	feet/minut	196,85
m/s	feet/secundă	3,281
m^2	acres	0,000247
m^2	square feet	10,7642
m^2	square inch	1550,05
m^2	square yards	1,19602

m^3	barrels (engl.)	6,110
m^3	barrels (S.U.A.)	8,386
m^3	bushels (S.U.A.)	27,512
m^3	cubic feet	35,3166
m^3	cubic inches	61026,2
m^3	cubic yards	1,30786
m^3	gallons (engl.)	220,09
m^3	gallons (S.U.A.)	264,17
m^{3}N (gaz perfect)	cubic feet(la 60°F, 30 inches; uscat)	37,22
m^{3}N (gaz perfect)	cubic feet (la 60°F, 30 inches; umed)	37,97
m^{3}N (gaz perfect)	m^3(la 60°F, 30 inches; uscat)	1,054
m^{3}N (gaz perfect	m^3(la 60°F, 30 inches; umed)	1,073
m^3/kg	cubic feet/pound (av.)	16,01
mm	inches	0,03937
t	long tons	0,984206
t	net tons = short tons	1,10231
t/m^2	long tons/square foot	0,0914
t/m^3	long tons/cubic foot	0,02787
t/m^3	pounds/cubic foot	62,04
torr(mm Hg)	pounds (av.)/square inch	0,01935
W	feet pound (av.)/secundă	0,738
Wh	feet pounds	2655

3.17.4. Relații între unitățile de lungime

Unitatea	Echivalent în				
	metru	inch (Anglia)	inch (Canada)	inch (S.U.A.)	λ_R
Metru	1	39,370747	39,370079	39,37	1553164,13
Yard (Anglia)	0,91439841	36	35,999937	35,999866	1420210,81
Yard (Canada)	0,9144	36,000063	36	35,999928	1420213,28
Yard (S.U.A.)	0,191440183	36,000134	36,000072	36	1420216,12
Lungimea de undă λ_R (linia roșie a cadmiului) (v.3.22)	$0,64384696 \times 10^{-6}$	$25,348349 \times 10^{-6}$	$25,348306 \times 10^{-6}$	$25,348255 \times 10^{-6}$	1

3.17.5. Relații între unitățile de volum (capacitate)

Unitatea	Echivalent în sistemul					
	metric		imperial (Anglia)		S.U.A.	
	l	cm3	gallon	in3	gallon	in3
Litru	1	1 000	0,219976	61,026	0,264178	61,025
Gallon (imperial)	4,54596	4545,56	1	277,420	1,20094	277,417
Gallon (S.U.A).	3,785332	3785,332	0,832680	231,003	1	231

3.17.6. Relații între unitățile de masă

Unitatea	Echivalent în		
	kilogram	pound (Anglia)	pound (S.U.A.)
Kilogram	1	2,204622777	2,204622341
Pound (Anglia)	0,453592238	1	0,999999802
Pound (S.U.A.)	0,4535924277	1,000000198	1

3.17.7. Relații între cantitățile de substanță, în mol

mol	kmol	lbmol
1 kmol	1	2,203
1 pound mol (lbmol)	0,454	1

3.18. CONVERTIREA UNOR UNITĂŢI OBIŞNUITE DE MASĂ SPECIFICĂ, VITEZĂ LINIARĂ, FLUX DE MASĂ, ŞI DEBIT (VOLUM)

Tabelele 3.18.1—3.18.4 conţin datele necesare transformărilor unităţilor obişnuite în ingineria chimică pentru mărimile menţionate.

3.18.1. Convertirea unităţilor de masă specifică

Masa specifică	g/cm³	kg/m³	lb/cuin	lb/cuft	lb/gal (S.U.A.)
1 g/cm³	1	1 000	0,03613	62,43	8,345
1 kg/m³	0,001	1	$36,13 \times 10^{-6}$	0,06243	$83,45 \times 10^{-4}$
1 pound/cuin	27,68	27680	1	1728	231
1 pound/cuft	0,01602	16,02	$57,87 \times 10^{-5}$	1	0,1337
1 pound/gallon	0,1198	119,8	$43,29 \times 10^{-4}$	7,481	1

3.18.2. Convertirea unităţilor de viteză liniară

Viteza	$\frac{cm}{s}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{km}{h}$	$\frac{in}{s}$	$\frac{ft}{s}$	$\frac{mile^{1)}}{h}$
1 cm/s	1	0,01	0,036	0,3937	0,03281	0,02237
1 m/s	100	1	3,6	39,37	3,281	2,237
1 km/h	27,78	0,2778	1	10,937	0,9113	0,6214
1 in/s	2,54	0,0254	0,09143	1	0,08333	0,0568
1 ft/s	30,48	0,3048	1,017	12	1	0,6818
1 mile/h¹)	44,70	0,447	1,609	17,604	1,467	1

¹) Mila maritimă internaţională

3.18.3. Convertirea unităţilor de flux de masă

Flux de masă	kg/s · cm²	kg/h · m²	$\frac{pound}{h \cdot sq \cdot ft}$
kg/s · cm²	1	3600×10^4	$7376,26 \cdot 10^3$
kg/h · m²	$27,78 \times 10^{-9}$	1	0,2048
pound/h·sqft	$135,57 \times 10^{-9}$	4,882	1

3.18.4. Convertirea unităţilor de debit (volum)

Debit	l/s	m³/h	gal/min	gal/h	cuft/s	cuft/h	bbl/h	BDF
1 l/s	1	3,6	15,85	951,2	0,03532	127,1	22,66	543,8
1 m³/h	0,2778	1	4,4031	264,2	$98,10 \times 10^{-4}$	35,30	6,292	151
1 gallon per minute	0,06308	0,22711	1	60	$22,28 \times 10^{-4}$	8,019	1,429	34,30
1 gallon per hour	$10,52 \times 10^{-4}$	$37,85 \times 10^{-4}$	0,01667	1	$37,13 \times 10^{-6}$	0,1337	0,02382	0,5716
1 cubic foot per second	28,32]	101,95	448,9	26930	1	3600	641,1	15386
1 cubic foot per hour	$78,67 \times 10^{-4}$	$283,2 \times 10^{-4}$	0,1246	7,481	$27,78 \times 10^{-5}$	1	0,1781	4,272
1 barrel per hour	0,04415	0,15894	0,700	42	$15,6 \times 10^{-4}$	5,615	1	24
1 barrel per day	$18,40 \times 10^{-4}$	$66,24 \times 10^{-4}$	0,02917	1,75	$64,98 \times 10^{-6}$	0,234	0,04167	1

3.19. CONVERTIREA UNOR UNITĂŢI STRĂINE DE RANDAMENT ŞI CONSUM ÎN UNITĂŢI METRICE ŞI INVERS

Unitatea	Echivalent cu	Unitatea	Echivalent cu
1 gallon/mile	2,8247 l/km	1/km	0,35402 gallon/mile
1 mile/gallon	0,35402 km/l	km/l	2,8247 mile/gallon
1 bushel/acre	0,8987 hl/ha	hl/ha	1,1127 bushel/acre

3.20. CONVERTIREA UNITĂŢILOR STRĂINE ÎN UNITĂŢI METRICE ŞI INVERS, PENTRU MOMENTUL DE INERŢIE AL UNEI ARII PLANE

Unitatea	Echivalent cu
1 in⁴	41,623 cm⁴
1 cm⁴	0,02402 in⁴

3.21. CONVERTIREA UNITĂȚILOR STRĂINE ÎN UNIȚĂTI METRICE ȘI INVERS PENTRU MOMENTUL DE INERȚIE

Unitatea	Echivalent cu:	Unitatea	Echivalent cu:
1 pound · in^2	2,9264 kg · cm^2	1 kg · cm^2	0,34172 pound · in^2
1 slug · ft^2	1,357 kg · m^2	1 kg · m^2	0,7369 slug · ft^2

3.22. CONVERTIREA UNITĂȚILOR STRĂINE ÎN UNITĂȚI METRICE ȘI INVERS, PENTRU FORȚĂ/UNITATE DE LUNGIME (tensiune, tensiune superficială)

Unitatea	Echivalent cu:	Unitatea	Echivalent cu:
1 lb · in^{-1}	17,858 kgf · m^{-1}	1 kgf · m^{-1}	0,055997 lb · in^{-1}
1 ton · ft^{-1}	3,3335 · 10^3 kg f · m^{-1}	1 kgf · m^{-1}	0,299985 · 10^{-3} ton · ft^{-1}

3.23. CONVERȚIREA UNITĂȚILOR STRĂINE ÎN UNITĂȚI METRICE ȘI INVERS, PENTRU MOMENTUL FORȚEI (cuplu)

Unitatea	Echivalent cu.
1 lb · ft	0,1383 kgf · m
1 kgf · m	7,231 lb · ft

3.24. CONVERTIREA UNITĂȚILOR DE PRESIUNE

Tabelul conține datele necesare transformării unităților uzuale de presiune. Trebuie să se rețină următoarele date importante:

a) presiunea atmosferă standard este definită cu valoarea 1 013 250 dyn cm^{-2} (v. tabelul 4.1.1);

b) 1 milibar (1 mbar) este definit ca fiind egal cu 1 000 dyn · cm^{-2};

c) 1 bar (bar) este egal cu 1 h pieze (100 pieze) deci 10^6 barye (dyn · cm^{-2}) și 10^5 pascal (N · m^{-2});

d) 1 pound/sqin este egal cu 6,8948 kN · m^{-2} sau 1 kN · m^{-2} este egal cu 0,145037 pound (lb)/sqin;

e) 1 pound/sqft este egal cu 0,047880 kN · m^{-2} sau 1 kN · m^{-2} este egal cu 20,8856 pound (lb)/sqft (v. tabelul 3.8.11).

3.24

Presiune	$\frac{kgf}{cm^2}$	bar	atm	psi	psf	Coloană Hg la 0°C		Coloană H_2O la 15°C	
						mm	in	cm	in
1 kg/cm²	1	0,981	0,9678	14,22	2048	735,5	28,96	1001	394,05
1 bar	1,0197	1	0,987	14,50	2088	749,79	29,522	1020,72	401,85
1 atm	1,033	1,013	1	14,70	2116	760	29,92	1034	407,14
$\frac{1 \text{ pound (lb)}}{\text{sq} \cdot \text{in}}$	0,07031	0,06896	0,06804	1	144	51,71	2,036	70,37	27,70
$\frac{1 \text{ pound (lb)}}{\text{sq} \cdot \text{ft}}$	$48,82 \times 10^{-5}$	$47,89 \times 10^{-5}$	$47,26 \times 10^{-5}$	$69,44 \times \times 10^{-4}$	1	0,3591	$141,38 \times \times 10^{-4}$	0,48873	0,19242
1 mm Hg la 0°C	$135,96 \times 10^{-5}$	$13,34 \times 10^{-4}$	$13,16 \times 10^{-4}$	$19,34 \times \times 10^{-3}$	2,7845	1	0,03937	1,361	0,5357
1 in Hg la 0°C	0,03453	0,03387	0,03342	0,4912	70,7266	25,40	1	34,56	13,61
1 cm H_2O la 15°C	$9,99 \times 10^{-4}$	$97,97 \times 10^{-5}$	$9,67 \times 10^{-4}$	0,01421	2,0463	0,7349	0,02893	1	0,3937
1 in H_2O la 15°C	$25,38 \times 10^{-4}$	$248,85 \times 10^{-5}$	$24,56 \times 10^{-4}$	0,0361	5,1977	1,867	0,07349	2,54	1

3.25. CONVERTIREA UNITĂŢILOR OBIŞNUITE DE VISCOZITATE DINAMICĂ ŞI CINEMATICĂ

Tabelul conţine datele de transformare a unităţilor obişnuite ale viscozităţii dinamice şi cinematice (v. şi 3.8.12 şi 3.8.13).

Viscozitatea dinamică	cP	$\frac{kg}{m \cdot h}$	$\frac{pound}{ft \cdot h}$
1 cP (centipoise) [1]	1	3,6	2,42
$1 \frac{kg}{m \cdot h}$	0,2778	1	0,67209
$1 \frac{pound}{ft \cdot h}$ [2]	0,413	1,488	1

[1] cP = 0,01P (poise)
1 Pl (poiseuille) = 10P = 10 00cP

[2] 1 pound/ft·s = 14,882P

Viscozitate cinematică	cSt	m^2/h	sqft/h
1 cSt [1]	1	0,0036	0,0387
1 m^2/h	277,8	1	10,76
1 sqft/h [2]	25,81	0,0929	1

[1] 1 St (stokes) = 10^{-4} m^2/s

[2] 1 sqft/s = 0,92903 kSt

3.26. CONVERTIREA SCĂRILOR DE TEMPERATURĂ

În tabelul următor sînt date relaţiile de transformare a scărilor obişnuite de temperatura: grade Celsius, grade Fahrenheit, grade Rankin şi grade Kelvin.

Pentru transformarea imediată a gradelor Celsius în grade Fahrenheit şi invers se va utiliza tabelul 3.27.

Temperatura	°C	°F	°R	°K
°C	1	1,8 (°C) + 32	1,8 (°C) + 491,7	(°C) + 273,1
°F	[(°F) — 32]/1,8	1	(°F) + 459,7	[(°F) + 459,7]/1,8
°R	[(°R) — 491,7]/1,8	(°R) — 459,7	1	(°R)/1,8
°K	(°K) — 273,1	1,8 (°K) — 459,7	1,8 (°K)	1

3.27. CONVERTIREA GRADELOR FAHRENHEIT ÎN GRADE CELSIUS ŞI INVERS

Tabelul permite transformarea gradelor Fahrenheit în grade Celsius şi invers; numerele tipărite cu caractere grase reprezintă valoarea temperaturii de transformat în scara Celsius (în coloana din stînga) sau în scara Fahrenheit (în coloana din dreapta). Astfel, la temperatura 1 560°F corespunde 849°C sau la temperatura 1 560°C corespund 2 840°F.

Tabelul cu factorii de interpolare pentru calcule exacte, permite transformarea între cele două scări de temperatură de la valoarea 100.

Convertirea între cele două scări de temperatură se poate face rapid dar aproximativ cu ajutorul scării de transformare din fig. 3.3.

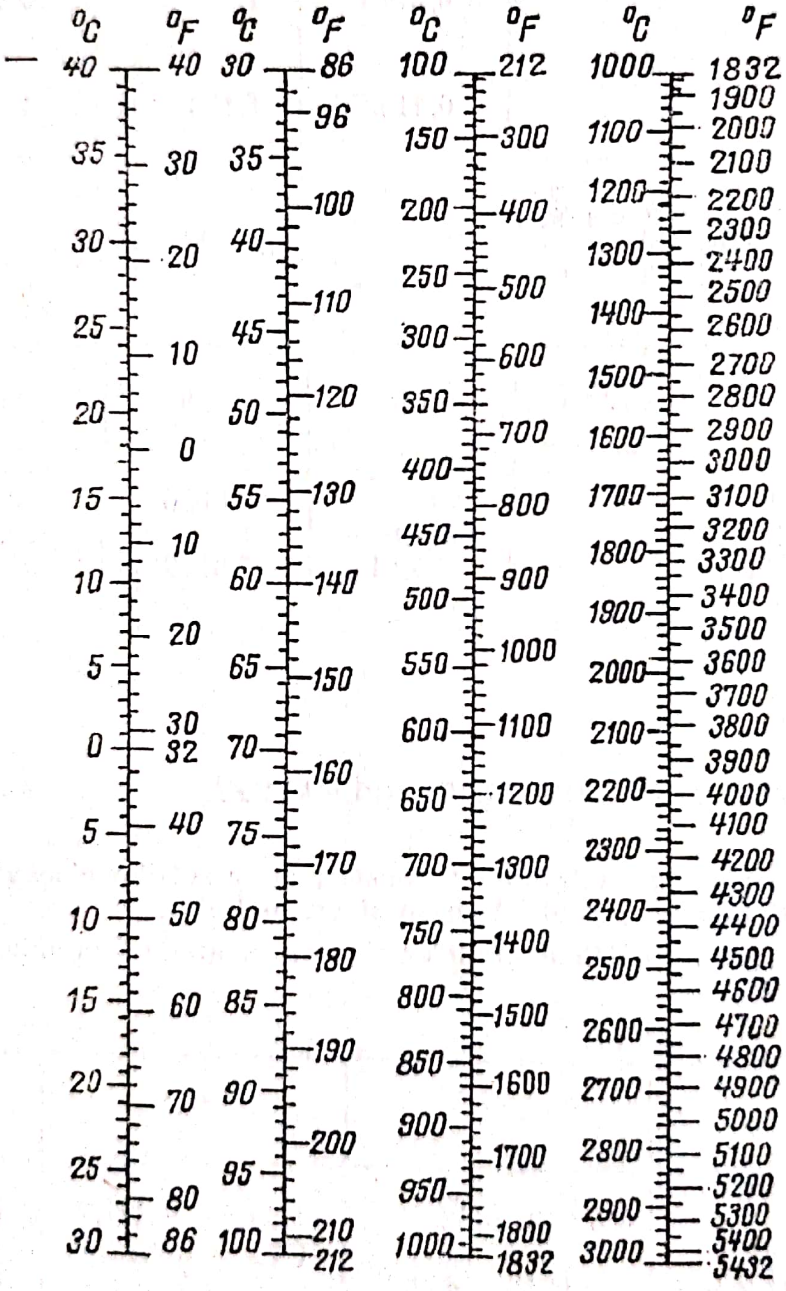


Fig. 3.3

°C		°F	°C		°F
—273	—459,4		— 15,6	4	39,2
—268	—450		— 15,0	5	41,0
—262	—440		— 14,4	6	42,8
—257	—430		— 13,9	7	44,6
—251	—420		— 13,3	8	46,4
—246	—410		— 12,8	9	48,2
—240	—400		— 12,2	10	50,0
—234	—390		— 11,7	11	51,8
—229	—380		— 11,1	12	53,6
—223	—370		— 10,6	13	55,4
—218	—360		— 10,0	14	57,2
—212	—350		— 9,44	15	59,0
—207	—340		— 8,89	16	61,8
—201	—330		— 8,33	17	63,6
—196	—320		— 7,78	18	65,4
—190	—310		— 7,22	19	67,2
—184	—300		— 6,67	20	68,0
—179	—290		— 6,11	21	69,8
—173	—280		— 5,56	22	71,6
—169	—273	—459,4	— 5,00	23	73,4
—168	—270	—454	— 4,44	24	75,2
—162	—260	—436	— 3,89	25	77,0
—157	—250	—418	— 3,33	26	78,8
—151	—240	—400	— 2,78	27	80,6
—146	—230	—382	— 2,22	28	82,4
—140	—220	—364	— 1,67	29	84,2
—134	—210	—346	— 1,11	30	86,0
—129	—200	—328	— 0,56	31	87,8
—123	—190	—310	0	32	89,6
—118	—180	—292	0,56	33	91,4
—112	—170	—274	1,11	34	93,2
—107	—160	—256	1,67	35	95,0
—101	—150	—238	2,22	36	96,8
— 95,6	—140	—220	2,78	37	98,6
— 90,0	—130	—202	3,33	38	100,4
— 84,4	—120	—184	3,89	39	102,2
— 78,9	—110	—166	4,44	40	104,0
— 73,3	—100	—148	5,00	41	105,8
— 67,8	— 90	—130	5,56	42	107,6
— 62,2	— 80	—112	6,11	43	109,4
— 56,7	— 70	— 94	6,67	44	111,2
— 51,1	— 60	— 76	7,22	45	113,0
— 45,6	— 50	— 58	7,78	46	114,8
— 40,0	— 40	— 40	8,33	47	116,6
— 34,4	— 30	— 22	8,89	48	118,4
— 28,9	— 20	— 4	9,44	49	120,2
— 23,3	— 10	14	10,0	50	122,0
— 17,8	0	32	10,6	51	123,8
— 17,2	1	33,8	11,1	52	125,6
— 16,7	2	35,6	11,7	53	127,4
— 16,1	3	37,4	12,2	54	129,2

3.27 (continuare)

°C		°F	°C		°F
12,8	55	131,0	54	130	266
13,3	56	132,8	60	140	284
13,9	57	134,6	66	150	302
14,4	58	136,4	71	160	320
15,0	59	138,2	77	170	338
15,6	60	140,0	82	180	356
16,1	61	141,8	88	190	374
16,7	62	143,6	93	200	392
17,2	63	145,4	99	210	410
17,8	64	147,2	100	212	413
18,3	65	149,0	104	220	428
18,9	66	150,8	110	230	446
19,4	67	152,6	116	240	464
20,0	68	154,4	121	250	482
20,6	69	156,2	127	260	500
21,1	70	158,0	132	270	518
21,7	71	159,8	138	280	536
22,2	72	161,6	143	290	554
22,8	73	163,4	149	300	572
23,3	74	165,2	154	310	590
23,9	75	167,0	160	320	608
24,4	76	168,8	166	330	626
25,0	77	170,6	171	340	644
25,6	78	172,4	177	350	662
26,1	79	174,2	182	360	680
26,7	80	176,0	188	370	698
27,2	81	177,8	193	380	716
27,8	82	179,6	199	390	734
28,3	83	181,4	204	400	752
28,9	84	183,2	210	410	770
29,4	85	185,0	216	420	788
30,0	86	186,8	221	430	806
30,6	87	188,6	227	440	824
31,1	88	190,4	232	450	842
31,7	89	192,2	238	460	860
32,2	90	194,0	243	470	878
32,8	91	195,8	249	480	896
33,3	92	197,6	254	490	914
33,9	93	199,4	260	500	932
34,4	94	201,2	266	510	950
35,0	95	203,0	271	520	968
35,6	96	204,8	277	530	986
36,1	97	206,6	282	540	1004
36,7	98	208,4	288	550	1022
37,2	99	210,2	293	560	1040
37,8	100	212,0	299	570	1058
38	100	212	304	580	1076
43	110	230	310	590	1094
49	120	248	316	600	1112

3.27 (continuare)

°C		°F	°C		°F
321	610	1130	593	1100	2012
327	620	1148	599	1110	2030
332	630	1166	604	1120	2048
338	640	1184	610	1130	2066
343	650	1202	616	1140	2084
349	660	1220	621	1150	2102
354	670	1238	627	1160	2120
360	680	1256	632	1170	2138
366	690	1274	638	1180	2156
371	700	1292	643	1190	2174
377	710	1310	649	1200	2192
382	720	1328	654	1210	2210
388	730	1346	660	1220	2228
393	740	1364	666	1230	2246
399	750	1382	671	1240	2264
404	760	1400	677	1250	2282
410	770	1418	682	1260	2300
416	780	1436	688	1270	2318
421	790	1454	693	1280	2336
427	800	1472	699	1290	2354
432	810	1490	704	1300	2372
438	820	1508	710	1310	2390
443	830	1526	716	1320	2408
449	840	1544	721	1330	2426
454	850	1562	727	1340	2444
460	860	1580	732	1350	2472
466	870	1598	738	1360	2480
471	880	1616	743	1370	2498
477	890	1634	749	1380	2516
482	900	1652	754	1390	2534
488	910	1670	760	1400	2552
493	920	1688	766	1410	2570
499	930	1706	771	1420	2588
504	940	1724	777	1430	2606
510	950	1742	782	1440	2624
516	960	1760	788	1450	2642
521	970	1778	793	1460	2660
527	980	1796	799	1470	2678
532	990	1814	804	1480	2696
538	1000	1832	810	1490	2714
543	1010	1850	816	1500	2732
549	1020	1868	821	1510	2750
554	1030	1886	827	1520	2768
560	1040	1904	832	1530	2786
566	1050	1922	838	1540	2804
571	1060	1940	843	1550	2822
577	1070	1958	849	1560	2840
582	1080	1976	854	1570	2858
588	1090	1994	860	1580	2876

°C		°F	°C		°F
866	**1590**	2894	1138	**2080**	3776
871	**1600**	2912	1143	**2090**	3794
877	**1610**	2930	1149	**2100**	3812
882	**1620**	2948	1154	**2110**	3830
888	**1630**	2966	1160	**2120**	3848
893	**1640**	2984	1166	**2130**	3866
899	**1650**	3002	1171	**2140**	3884
904	**1660**	3020	1177	**2150**	3902
910	**1670**	3038	1182	**2160**	3920
916	**1680**	3056	1188	**2170**	3938
921	**1690**	3074	1193	**2180**	3956
927	**1700**	3092	1199	**2190**	3974
932	**1710**	3110	1204	**2200**	3992
938	**1720**	3128	1210	**2210**	4010
943	**1730**	3146	1216	**2220**	4028
949	**1740**	3164	1221	**2230**	4046
954	**1750**	3182	1227	**2240**	4064
960	**1760**	3200	1232	**2250**	4082
966	**1770**	3218	1238	**2260**	4100
971	**1780**	3236	1243	**2270**	4118
977	**1790**	3254	1249	**2280**	4136
982	**1800**	3272	1254	**2290**	4154
988	**1810**	3290	1260	**2300**	4172
993	**1820**	3308	1266	**2310**	4190
999	**1830**	3326	1271	**2320**	4208
1004	**1840**	3344	1277	**2330**	4226
1010	**1850**	3362	1282	**2340**	4244
1016	**1860**	3380	1288	**2350**	4262
1021	**1870**	3398	1293	**2360**	4280
1027	**1880**	3416	1299	**2370**	4298
1032	**1890**	3434	1304	**2380**	4316
1038	**1900**	3452	1310	**2390**	4334
1043	**1910**	3470	1316	**2400**	4352
1049	**1920**	3488	1321	**2410**	4370
1054	**1930**	3506	1327	**2420**	4388
1060	**1940**	3524	1332	**2430**	4406
1066	**1950**	3542	1338	**2440**	4424
1071	**1960**	3560	1343	**2450**	4442
1077	**1970**	3578	1349	**2460**	4460
1082	**1980**	3596	1354	**2470**	4478
1088	**1990**	3614	1360	**2480**	4496
1093	**2000**	3632	1366	**2490**	4514
1099	**2010**	3650	1371	**2500**	4532
1104	**2020**	3668	1377	**2510**	4550
1110	**2030**	3686	1382	**2520**	4568
1116	**2040**	3704	1388	**2530**	4586
1121	**2050**	3722	1393	**2540**	4604
1127	**2060**	3740	1399	**2550**	4622
1132	**2070**	3758	1404	**2560**	4640

3.27 (continuare)

°C		°F	°C		°F
1410	2570	4658	1532	2790	5054
1416	2580	4676	1538	2800	5072
1421	2590	4694	1543	2810	5090
1427	2600	4712	1549	2820	5108
1432	2610	4730	1554	2830	5126
1438	2620	4748	1560	2840	5144
1443	2630	4766	1566	2850	5162
1449	2640	4784	1571	2860	5180
1454	2650	4802	1577	2870	5198
1460	2660	4820	1582	2880	5216
1466	2670	4838	1588	2890	5234
1471	2680	4856	1593	2900	5252
1477	2690	4874	1599	2910	5270
1482	2700	4892	1604	2920	5288
1488	2710	4910	1610	2930	5306
1493	2720	4928	1616	2940	5324
1499	2730	4946	1621	2950	5342
1504	2740	4964	1627	2960	5360
1510	2750	4982	1632	2970	5378
1516	2760	5000	1638	2980	5396
1521	2770	5018	1643	2990	5414
1527	2780	5036	1649	3000	5432

Factori de interpolare

°C		°F	°C		°F	°C		°F
0,56	1	1,8	2,78	5	9,0	4,44	8	14,4
1,11	2	3,6	3,33	6	10,8	5,00	9	16,2
1,67	3	5,4	3,89	7	12,6	5,56	10	18.0
2,22	4	7,2						

3.28. CONVERTIREA UNITĂȚILOR DE ENERGIE ȘI PUTERE

Tabelele 3.28.1 și 3.28.2 conțin datele de transformare ale unităților străine și uzuale, care nu fac parte din sistemul SI pentru energie și putere (v. tabelele 3.7.4, 3.8.14 și 3.8.15).

3.28.1. Convertirea unităţilor de energie

Lucrul mecanic, energie, căldură,	J	kWh	Ch·h	kgf·m	kcal	ft · lb	BTU	CHU	hp · h
1 joule	1	$27,78 \cdot 10^{-8}$	$37,76 \cdot 10^{-8}$	0,10197	$23,90 \cdot 10^{-5}$	0,7376	$94,85 \cdot 10^{-5}$	$52,70 \cdot 10^{-5}$	$37,2 \cdot 10^{-8}$
1 kilowatt oră	$3,6 \cdot 10^{6}$	1	1,36	$36,71 \cdot 10^{4}$	860,42	$26,55 \cdot 10^{5}$	3414,37	1896,87	1,341
1 cheval heure	$2,65 \cdot 10^{6}$	0,736	1	$2,70 \cdot 10^{5}$	634	$1,95 \cdot 10^{6}$	$2,51 \cdot 10^{3}$	$1,39 \cdot 10^{3}$	$0,986 \cdot 10^{3}$
1 kilogram-metru	9,807	$2,72 \cdot 10^{-6}$	$3,7 \cdot 10^{-6}$	1	$2,34 \cdot 10^{-3}$	7,233	$92,96 \cdot 10^{-4}$	$51,64 \cdot 10^{-4}$	$3,65 \cdot 10^{-6}$
1 kilocalorie	$4,18 \cdot 10^{3}$	$11,62 \cdot 10^{-4}$	$1,58 \cdot 10^{-3}$	427	1	3086	3,968	2,2046	$1,56 \cdot 10^{-3}$
1 foot pound	1,356	$37,66 \cdot 10^{-8}$	$51,2 \cdot 10^{-8}$	0,1383	$32,41 \cdot 10^{-5}$	1	$12,86 \cdot 10^{-4}$	$71,41 \cdot 10^{-5}$	$50,50 \cdot 10^{-8}$
1 british thermal unit	1055	$29,29 \cdot 10^{-5}$	$3,98 \cdot 10^{-4}$	107,58	0,252	777,5	1	0,5555	$3,93 \cdot 10^{-4}$
1 centigrad heat unit (1 pound centigrad unit (1 PCU)	1898	$52,70 \cdot 10^{-5}$	$7,16 \cdot 10^{-4}$	193,64	0,4536	1400,4	1,8	1	$7,07 \cdot 10^{-4}$
1 horse power hour	$2,68 \cdot 10^{5}$	0,7457	1,014	$2,73 \cdot 10^{5}$	640,34	$1,97 \cdot 10^{6}$	$2,54 \cdot 10^{3}$	$1,414,10^{3}$	1

3.28.2. Convertirea unităţilor de putere

Putere	$\frac{\text{cal}}{\text{s}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{s}}$	kW	Ch · (cv)	$\frac{\text{ft} \cdot \text{lb}}{\text{s}}$	$\frac{\text{ft} \cdot \text{lb}}{\text{min}}$	$\frac{\text{BTU}}{\text{h}}$	hp	t of refrig
1 cal/s	1	0,001	$41{,}83 \cdot 10^{-4}$	$5{,}69 \cdot 10^{-3}$	3,086	185,1	14,28	$5{,}61 \cdot 10^{-3}$	$11{,}91 \cdot 10^{-4}$
1 kcal/s	1000	1	4,183	5,69	3086	$185{,}1 \cdot 10^3$	14 280	5,61	1,191
1 kilowatt	239	0,239	1	1,3596	737,6	$44{,}25 \cdot 10^3$	3 415	1,341	0,2845
1 cal putere (chevalva-peur)	175,7	0,1757	0,736	1	542,3	32 538	2 511	0,986	0,2092
1 $\frac{\text{foot. pound}}{\text{s}}$	0,3241	$32{,}41 \cdot 10^{-5}$	$13{,}56 \cdot 10^{-4}$	$1{,}84 \cdot 10^{-3}$	1	60	4,63	$1{,}82 \cdot 10^{-3}$	$38{,}58 \cdot 10^{-5}$
1 $\frac{\text{foot-pound}}{\text{min}}$	$54{,}02 \cdot 10^{-4}$	$54{,}02 \cdot 10^{-7}$	$22{,}6 \cdot 10^{-6}$	$30{,}63 \cdot 10^{-6}$	0,01667	1	0,0771	$30\ 33 \cdot 10^{-6}$	$64{,}31 \cdot 10^{-7}$
1 BTU/h	$69{,}99 \cdot 10^{-3}$	$69{,}99 \cdot 10^{-6}$	$29{,}28 \cdot 10^{-5}$	$39{,}67 \cdot 10^{-5}$	0,216	12,96	1	$39{,}28 \cdot 10^{-5}$	$82{,}33 \cdot 10^{-6}$
1 horsepower	178,2	0,1782	0,7457	1,014	550	33 000	2 547	1	0,2122
1 ton of refrigeration	840	0,84	3,514	4,759	2 592	$15{,}55 \cdot 10^4$	12 000	4,712	1

3.29. CONVERTIREA UNITĂŢILOR DE TRANSFER CALORIC ŞI DE CONDUCTIBILITATE TERMICĂ

Tabelele conţin datele de transformare a unităţilor obişnuite pentru transferul de căldură şi pentru conductibilitatea termică (v. şi 3.10).

3.29.1. Convertirea unităţilor de conductibilitate termică.

Conductibilitate termică	$\frac{\text{kcal}\cdot\text{m}}{\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{grd}}$	$\frac{\text{BTU}\cdot\text{ft}}{\text{sq}\cdot\text{ft}\cdot\text{h}^\circ\cdot\text{F}}$
$\frac{1\ \text{kcal}\cdot\text{m}}{\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{grd}}$	1	0,6725
$\frac{1\text{BTU}\cdot\text{ft}}{\text{sq}\cdot\text{ft}\cdot\text{h}^\circ\text{F}}$	1,487	1

3.29.2. Convertirea unităţilor de conductibilitate termică în J·cm/cm²·s.grd

Unitatea	J · cm/cm² · s · grd
cal · cm/cm² · s · grd	0,2388
kcal · m/m² · h · grd	85,98
BTU · in/sqft · s · °F	0,1926
BTU · in/sqft · h · °F	693,3
BTU · ft/sqft · h · °F	57,78

3.29.3. Convertirea unităţilor de transfer de căldură

Transferul de căldură	$\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{grd}}$	$\frac{\text{BTU}}{\text{sqft}\cdot\text{h}^\circ\cdot\text{F}}$
$\frac{1\ \text{kcal}}{\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{grd}}$	1	0,2049
$\frac{1\ \text{BTU}}{\text{sqft}\cdot\text{h}\cdot{}^\circ\text{F}}$	4,88	1

3.29.4. Convertirea unităţilor de flux de căldură

Fluxul de căldură	$\frac{cal}{s \cdot cm^2}$	$\frac{kcal}{h \cdot m^2}$	$\frac{th}{d \cdot m^2}$	$\frac{W}{cm^2}$	$\frac{BTU}{h \cdot sq \cdot ft}$	$\frac{BTU}{d \cdot sq \cdot ft}$
1 $cal/s \cdot cm^2$	1	36 000	864	4,186	13 276	$31,86 \cdot 10^4$
1 $\frac{kcal}{h \cdot m^2}$	$27,78 \cdot 10^{-6}$	1	0,024	$116,2 \cdot 10^{-6}$	0,36877	8,85
1 $\frac{termie}{d \cdot m^2}$	$115,74 \cdot 10^{-5}$	41,666	1	$48,4 \cdot 10^{-4}$	15,365	368,77
1 $\frac{Watt}{cm^2}$	0,239	8 606	206,6	1	3176,6	$7,62 \cdot 10^4$
1 $\frac{BTU}{h \cdot sq \cdot ft}$	$75,32 \cdot 10^{-6}$	2,7117	0,06508	$314,8 \cdot 10^{-6}$	1	24
1 $\frac{BTU}{d. sq. ft}$	$3,14 \cdot 10^{-6}$	0,113	$2,71 \cdot 10^{-3}$	$13,12 \cdot 10^{-6}$	0,04167	1

3.30. CONVERTIREA UNITĂŢILOR DE CAPACITATE PENTRU PETROL

(barile în tone)

În numeroase ţări străine, produsele petroliere se măsoară în unităţi de volum, în barile de petrol, un baril fiind egal cu 42 gallon de petrol deci 158,8 l.

Tabelul permite o convertire aproximativă pentru principalele produse petroliere a cantităţii reprezentate în barile, în tone, în funcţie de densitatea lor.

Pentru a converti barile de petrol S.U.A., în m^3, se înmulţeşte numărul de barile cu factorul 0,1588.

Produsul petrolier	Factorul	Densitatea admisă g/cm^3	Produsul petrolier	Factorul	Densitatea admisă g/cm^3
Petrol brut	7,00	0,900	Combustibil distilat	6,96	0,905
Benzină	8,50	0,740	Dizolvant uşor	7,29	0,865
Petrol (lampant)	7,75	0,810	Dizolvant greu	6,96	0,905
Ulei de ungere	7,00	0,900	Ulei de parafină	6,98	0,903
Motorină	7,25	0,87	Bitum pentru drumuri	6,50	0,961

3.31. ANALIZA DIMENSIONALĂ

Pentru rezolvarea problemelor de cercetare şi proiectare, ca prime elemente în analiza variabilelor în procesele de transfer de masă, căldură şi moment, ca şi în relaţiile cinetice, sînt utilizate grupurile adimensionale.

Pe baza principiului de similitudine, un proces fizic sau chimic se poate reprezenta cu ajutorul unei relaţii anumite între mai multe grupuri adimensionale, din care unul conţine variabila necunoscută. În cazul în care grupurile care conţin variabilele necunoscute au aceeaşi valoare pentru trecerea de la o scară la alta a unui proces, atunci şi grupul conţinînd variabila necunoscută, de asemenea, va avea aceaşi valoare. Atunci cînd forma ecuaţiei care reprezintă un proces chimic sau fizic este complet necunoscută, grupurile adimensionale pot fi, în teorie, obținute prin analiza dimensională, fie utilizînd metoda indicilor lui Rayleigh sau metoda matricelor lui Bridgman, presupunîndu-se totodată că toate variabilele fizice care influențează procesul, sînt cunoscute. Această ultimă presupunere este punctul slab al tehnicii analizei dimensionale, deoarece omiterea unei singure variabile importante, poate conduce la obținerea unor rezultate nesigure ale analizei dimensionale.

Există o metodă de derivare a grupurilor adimensionale, care exclude omiterea variabilelor care ar influența procesul. Pentru majoritatea proceselor fizice și chimice obișnuite în ingineria chimică, sînt cunoscute ecuațiile diferențiale fundamentale, cu toate că în multe cazuri ele nu pot fi integrate. Cu condiția ca aceste ecuații diferențiale să fie dimensional omogene (așa cum trebuie să fie toate ecuațiile fizice complete), ele pot fi simplificate la o formă dimensional generalizată, neglijînd semnele diferențiale și substituind pentru coordonatele liniare, o dimensiune liniară generalizată L. Împărțind relația printr-un termen, se obțin grupurile adimensionale importante.

Grupurile adimensionale apar frecvent în analiza complexelor probleme inginerești. Multe din aceste grupuri adimensionale sînt ușor de recunoscut, altele mai greu, existînd probabilitatea redescoperirii unui grup deja cunoscut. În tabelul 3.31.1, sînt prezentate alfabetic grupurile adimensionale cunoscute, cu simbolurile, definițiile, semnificațiile și domeniile lor de utilizare. Tabelul 3.31.2 permite datorită tabelării grupurilor prin variabilele din care sînt constituite, evitarea redescoperirii grupurilor cunoscute. Aceste variabile, cum ar fi lungimea, difuzivitatea, viscozitatea sînt subîmpărțite după exponenții lor cu care apar în grupurile adimensionale amintite.

Pentru exemplificarea utilizării tabelelor se va prezenta cazul unui proces de agitare, a cărui analiză a condus la grupul adimensional $L^3N^2\rho/\sigma$. Din tabel se aleg grupurile care conțin variabilele constituiente:

Dimensiunea caracteristică .... (L^{+3}) W 3.
Viteza de rotație .... (N^{+2}) F 15, T 2, W 3.
Densitatea .... (ρ^{+1}) A 5, B 1, B 6, 9, C 5, 7, D 5, 7, 13, E 4, 6, 7, 8, H 6, 11, J 1, 3, 4, K 1, L 9, P 1, R 5, 11, 13, S 17, T 1, T 6, V 1, W 1, W 3.
Tensiunea superficială .... (σ^{-1}) B 9, C 3, 13, E 8, L 6, R 1, W 1, 3.

Singurul grup comun este numărul Weber de rotație W 3, care reprezintă grupul adimensional determinat anterior.

Tabelul 3.31.3 conține simbolurile folosite în tabelul 3.31.1 și 3.31.2.

3.31.1. Grupurile adimensionale
(în ordine alfabetică)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
A1	Numărul accelerației	$\overline{K}_g$	$E^3/\rho g^2\mu^2 = (N_{Re} - N_{Fr1})^2/(H_0)^3$	Grup dependent numai de proprietățile fizice	Curgerea accelerată
A2	Numărul lui Alfven	N_{Al}	V_A/V (sau V/V_A)(conform C11. $K2$ este numărul Mach magnetic)	Raportul vitezei de undă a lui Alfven/viteza fluidului	Magnetohidrodinamică

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
A3	Grup anonim (1)	ε	$\beta^* c/r$ (vezi de asemenea Fedorov 2(F3))		Procese de transport
A4	Grup anonim (2)	K_1	$\beta^* \Delta n/\Delta t$; t = diferența de temperatură (T); n = diferență de concentrație		Procese de transport
A5	Numărul lui Arhimede	N_{Ar}	$\frac{gL^3}{\mu^2}(\rho - \rho_0)$; ρ_0 — densitatea fluidului; ρ = densitatea particulei (conform N_{Ga_1})	N_{Re}, forța gravitațională/forța datorită viscozității	Fluidizare, mișcarea lichidelor datorită diferențelor de densitate
A6	Grupul lui Arrhenius		E_a/RT	Energie de activare/energia potențială a fluidului	Viteza de reacție
A7	Numărul de absorbție	Ab	$K_{C_L}\sqrt{\frac{xL_f}{DV'_f}}$ K_{C_L} = coeficientul de transfer de masă din lichid x = lungimea suprafeței udate L_f = grosimea filmului V'_f = debitul volumetric de fluid pe perimetrul udat (L^2/θ)	Coeficient de transfer de masă adimensional	Absorbția de gaz în coloană cu film de lichid pe perete
A8	Raportul de avans	J	V/ND V = viteza de înaintare D = diametrul elicei	O formă specială a numărului lui Strouhal	Studiul elicei
A9	Parametrul de aeroelasticitate		numărul lui Cauchy (C5)	Forța de inerție/forța de compresibilitate	Curgere compresibilă
A10	Grup anonim (3)	ε	$Dx/V'_f Lf$ (v. A7) $\varepsilon = (Ab)^2/(N_{Sh})^2$ (v. A7)	Difuzivitate nedimensională	Absorbția de gaz în coloană cu film de lichid pe perete

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
A11	Grup anonim (4)	$1/\alpha$ $(1/\beta)$	$\tau_W R/V_\infty \mu$; R = raza cilindrului V_∞ = viteza în afara stratului limită	Forța de frecare /forța datorită viscozității	Curgere laminară în stratul limită
B1	Numărul lui Bognold	B	$3c\alpha\rho_g V^2/4d\rho_p g$; ρ_g = densitatea gazului ρ_p = densitatea particulei	Forța ascensională/forța gravitațională	Antrenarea picăturilor de lichid
B2	Numărul lui Bansen	N_{Ba}	$h_r A_w/V_m c$; h_r = coeficientul de transfer de căldură radiantă; A_w = suprafața de perete a camerei (conf. N_{St})	Căldură transferată prin radiație/capacitatea termică a fluidului	Radiație
B3	Numărul lui Bingham	N_{Bm}	$\tau_y L/\mu_P V$; L = lățimea camerei	Raportul tensiunii de curgere/tensiunea datorită viscozității	Curgerea de tip Bingham (mase plastice)
B4	Numărul lui Biot (transfer de căldură)	N_{Bih}	hL_m/k $(= N_{Nu})$	Rezistența termică internă la mijlocul stratului/rezistența filmului	Transfer de căldură în regim variabil
B5	Numărul lui Biot (transfer de masă)	N_{Bim}	$k_c L/D_{int}$; L = grosimea stratului; D_{int} = difuzivitatea la interfață	Viteza transferului de masă la interfață/viteza transferului de masă în interiorul peretelui solid de grosime L	Transfer de masă între fluid și solid
B6	Numărul lui Blake	B	$V\rho/\mu\,(1-e)\,S$	Forța de inerție/forța datorită viscozității	Straturi de particule
B7	Numărul lui Bodenstein	N_{Bo}	$VL/D_a = N_{Pe_m}$; L = lungimea reactorului D_a = difuzivitatea axială(efectivă)(L^2/θ)(v.P2)		Difuziune în reactoare

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuaţia de definiţie	Semnificaţia	Domeniul de utilizare
B8	Numărul lui Boltzmann	N_{Bo}	= grupul de radiaţie Thring		
B9	Numărul lui Bond	N_{Bo}	$(\rho - \rho') L^2 g/\sigma =$ $= N_{We1}/N_{Fr1}$ dacă $\rho \simeq \rho'$ (gaz în lichid); ρ' = densitatea picăturii sau bulei; ρ = densitatea mediului	Forţa gravitaţională/tensiunea superficială	Atomizare, mişcarea bulelor şi picăturilor
B10	Numărul lui Bouguer	$N_{BU}'B$	$3\ C_D \lambda_r / 4 \rho_D \bar{R}$; C_D = masa de praf/unitatea de volum de strat (M/L³), λ_r = drumul mediu pentru radiaţie (L), ρ_D = densitatea prafului; $\bar{R}$ = raza medie a particulei. De asemenea $N_{BU} = kL$; L = dimensiunea caracteristică; k = coeficientul de absorbţie al mediului		Transferul de căldură prin radiaţie la fluxurile gaz-praf.
B11	Numărul lui Boussinesq	B	$V/(2gR_H)^{1/2}$ (conform N_{Fr2})	Forţa de inerţie/(forţa gravitaţională)$^{1/2}$	Comportarea undei în canale deschise
B12	Numărul lui Brinkman	N_{Br}	$\mu V^2/k\Delta t$; Δt = diferenţa de temperatură	Căldura generată/căldura transferată	Curgere laminară
B13	Numărul lui Bulîghin	N_{BU}	$r \cdot \frac{C_b}{C_q} \cdot \frac{P}{t_m - t_0}$ t_m = temperatura mediului t_0 = temperatura iniţială a corpului	Căldura de vaporizare/căldura necesară a aduce lichidul la punctul de fierbere	Transferul de căldură în timpul evaporării

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
B14	Numărul lui Bairstow		V/V_{sw} V_{sw} = viteza sunetului la perete (v. număr Mach)	Utilizat anterior pentru numărul lui Mach, astăzi destul de neglijat	
B15	Numărul lui Batchelor		$VL\sigma_e/V_1^2\varepsilon_e$ ε_e = permeabilitate electrică $Q^2\theta^2/L^3M$		Magnetohidrodinamica
B16	Parametrul de plutire		$\frac{\Delta T}{T}\frac{gL}{V^2} = (N_{Gr})/$ $(N_{Re})^2 = \frac{\Delta T}{T}\left(\frac{1}{N_{Fr1}}\right)$	Forța portantă/forță de inerție	Convecția liberă
C1	Numărul de capilaritate(1)	$\bar{K}\sigma$	$\mu^2E/\rho\sigma^2 = (N_{We1})^2/H_0 \cdot (N_{Re})^2$	Depinde numai de proprietățile fizice	Acțiunea tensiunii de suprafață în mediile care curg
C2	Numărul de capilaritate-flotabilitate(grupul proprietăților fizice)	$\bar{K}_{\sigma g}, K_F$	$g\mu^4/\rho\sigma^3 = \sqrt{\bar{K}\sigma/\bar{K}g} =$ $= (N_{We1})^3/(N_{Fr1})(N_{Re})^4$	Depinde numai de proprietățile fizice și de g.	Efectele tensiunii de suprafață și a accelerației în mediile care curg (curgerea în sistemele cu două faze)
C3	Numărul de capilaritate (2)	Ca	$\mu V/\sigma = N_{We1}/N_{Re}$	Forța de frecare datorită viscozității/tensiunea superficială	Atomizare, curgerea sistemelor cu 2 faze
C4	Numărul lui Carnot	Ca, N_{Ca}	$(T_2 - T_1)/T_2$; T_1, T_2= temperaturile absolute ale celor două surse de căldură	Eficacitatea teoretică a ciclului Carnot operînd între T_1 și T_2	
C5	Numărul lui Cauchy	N_c	$\rho V^2/E_b = (N_{Ma})^2 =$ = numărul lui Hooke	Forța de inerție/forță de compresibilitate	Curgerea fluidelor compresibile

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
C6	Numărul de cavitație	σ_c	$(p - p_v)/\rho/(V^2/2)$ p = presiunea statică locală (abs) p_v = presiunea de vapori	Diferența dintre înălțimea statică locală și cea corespunzătoare presiunii de vapori /înălțimea dinamică	Cavitație
C7	Numărul lui Clausius	Cl, N_{Cl}	$V^3L\rho/k\Delta T$; ΔT = diferența de temperatură		Transport de căldură în curgerile forțate
C8	Numărul lui Colburn		La fel ca numărul lui Schmidt		
C9	Numărul de condensare (1)	N_{Co}	$(h/k)\ (\mu^2/\rho^2g)^{1/3}$	$N_{Co} = N_{Nu}\times\left[\frac{\text{forța viscozității}}{\text{forța gravității}}\cdot\frac{1}{Re}\right]^{1/3}$	Condensare
C10	Numărul de condensare (2)	N_{cv}	$L^3\rho^2gr/k\mu\Delta t$ r = căldura latentă de condensare		Condensarea pe pereții verticali
C11	Numărul lui Cowling	C	$(V_A/V)^2$ = (numărul lui Alfven)^2		Magnetohidrodinamică
C12	Numărul lui Craya-Curtet	C_t	$V_k/(V_d^2 - V_k^2/2)^{1/2}$ V_k = viteza medie cinematică V_d = Viteza medie dinamică		Transfer de căldură prin radiație
C13	Grupul de încrețire a suprafeței lichidelor	N_{cr}	$\mu\alpha/\sigma^*L$; σ^* = tensiunea superficială a suprafeței în repaos L = grosimea stratului		Curenți de convecție

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
C14	Numărul lui Crocco	N_{Cr}	$V/V_{max} = \left[1 + \frac{2}{(\gamma - 1)(N_{Ma})^2}\right]^{-1/2}$ V_{max} = viteza maximă a gazului care se destinde adiabatic	Viteza/viteza maximă	Curgerea fluidelor compresibile
D1	Grupul Damköhler I	Da I	UL/Vc_A	Viteza reacției chimice/viteza de masă în masa de reacție	Reacții chimice transfer de moment și de căldură
D2	Grupul Damköhler II	Da II	UL^2/Dc_A	Viteza reacției chimice/Viteza difuziunii moleculare	Reacții chimice, transfer de moment și de căldură
D3	Grupul Damköhler III	Da III	$QUL/C_p\rho Vt$	Căldură degajată/transfer de căldură prin masă	Reacții chimice transfer de moment și de căldură
D4	Grupul Damköhler IV	Da IV	QUL^2/kt	Căldură degajată/transfer de căldură prin conductibilitate	Reacții chimice, transfer de moment și de ăldură
D5	Grupul Damköhler V	Da V	$= (N_{Re})$		
D6	Numărul lui Darcy		$4f$ (v. factorul de frecare Fanning)		
D7	Numărul Dean	N_D	$(VL\rho/\mu)\ (L/2R)^{1/2}$; L = diametrul tubului R = rază de curbură a cotului	N_{Re} (forța centrifugă/forța de inerție)	Curgere în tubură curbată
D8	Numărul lui Deborah	D	θ_r/θ_0, θ_0 = timpul de observație	Timpul de relaxare/timpul de observație	Reologie

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
D9	Numărul de debitare	ø	V_f/Aw; A = suprafața agitatorului = $\pi d^2/4$ (număr diametru)$^{-3}$ (număr de viteză)$^{-1}$		Mașină care circulă fluide
D10	Numărul lui Deriaghin	D_e	$L\,(\rho g/2\sigma)^{1/2}$; L = grosimea filmului	Grosimea filmului/lungimea capilarului	Acoperire
D11	Grupul diametrului	δ	$(\pi/4)^{1/2}(2H)^{1/4}d/V_f^{\,1/2}$ d = diametrul agitatorului (număr presiune) $^{1/4}$ (număr debitare) $^{-1/2}$		Mașină care circulă fluide
D12	Grupul de difuzie	β	$D\theta/L_m^2$; D = difuzivitatatea dizolvatului prin soluția staționară conținută în solid (asemănător cu N_{Fom})		Transfer de masă
D13	Coeficient de împingere	$C_d = C_D$	$(\rho - \rho')\,Lg/V^2\rho$; ρ = densitatea obiectului; ρ' = densitatea mediului (conform cu f, ψ, N_e)	Forța gravitațională/forța de inerție	Viteza de sedimentare liberă etc.
D14	Numărul lui Drew	N_D	$\dfrac{Z_A(M_A - M_B) + M_B}{(Z_A - Y_{AW})(M_B - M_A)}$ $\ln \dfrac{M_V}{M_W}$ M_A, M_B = masele moleculare ale componenților A și B M_V, M_W = masele moleculare ale amestecului în vapori și la perete; Y_{AW} = fracția molară a lui A la perete; Z_A = fracția molară a lui A în curentul de difuziune		Viteza de transfer de masă în stratul limită; coeficienți de împingere pentru sisteme binare; profilul deformat al vitezei

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
D15	Numărul lui Dulong	Du, N_{Du}	$V^2/C_p\ \Delta T$ = numărul Eckert		
D16	Numărul lui Darcy (2)	Da_2	VL/D' D' = coeficient de permeabilitate a mediilor poroase (L^2/θ)	Forța de inerție/forța de penetrație	Curgere în medii poroase
D17	Numărul generalizat al lui Deborah	N_2	$\sqrt{I_e - I_w} \cdot \theta_n$ I_e = invariantul vitezei tensorului de deformare (s^{-2}); I_w = invariantul tensorului de turbionare (s^{-2}); θ_n = timp (s)	Generalizarea grupului D8	Reologie
D18	Numărul lui Dufour	Du_2	$R\theta n'_{10}/c_p$ θ = constanta de termodifuzie $= \left(\frac{Dr}{D}\right)\Big/ n_{10}n_{20}$; D_T = coeficient de difuzie termică (L^2/θ); $n'_{10} = \frac{n'_1}{n'}$; $n'_{20} = \frac{n'_2}{n'}$; n' = numărul total de molecule $= n'_1 + n'_2$; n'_1 și n'_2 = numărul de molecule de component 1 și 2 în amestecul binar $Du_2 = \left(\frac{D_T}{D}\right) p/\rho c_p T n_{20}$	Căldura transferului izoterm de masă/entalpia unității de masă a amestecului	Difuzie termică
E1	Numărul lui Eckert	N_E	$V^2_\infty/C_p\Delta T$ V_∞ = viteza fluidului departe de corp (= 2/factorul de recuperare) = număr Dulong		Curgerea fluidelor
E2	Numărul lui Ekman		$(\mu/2\rho\omega L^2)^{1/2} = (N_{Ro}/N_{Re})^{1/2}$	Forța de frecare/(forța Coriolis)$^{1/2}$	Magnetohidrodinamică

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuaţia de definiţie	Semnificaţia	Domeniul de utilizare
E3	Numărul de elasticitate (1)	N_{El_1}	$\theta_r\mu/\rho L^2$ L = raza tubului	Forţe elastice/forţe de inerţie	Curgerea visco-elastică
E4	Numărul de elasticitate (2)	$\bar{K}_e$	$\rho C_p/\beta E$ = (Nr. Gay Lussac) · (Nr. Hooke)/(Nr. Dulong)	Depinde numai de proprietăţile fizice	Efectul elasticităţii în procesele de curgere
E5	Numărul lui Ellis	N_{El}	$\mu_0 V/2\tau_{1/2}R$; μ_0 = viscozitatea de forfecare zero; $\tau_{1/2}$ = tensiunea de forfecare cînd $\mu = \mu_0/2$ $(M/L\theta^2)$; R = raza tubului		Curgerea lichidelor nenewtoniene
E6	Numărul lui Elsasser	N_{E1}	$\rho/\mu\sigma_e\mu_e = N_{Re}$/(numărul Reynolds magnetic)		Magnetohidrodinamică
E7	Numărul de intrare Reynolds	K_E	$\chi/d_h \cdot N_{Re}\ \dfrac{\chi V\rho}{\mu}$ χ = lungimea de intrare	analog N_{Re}	Procese de intrare
E8	Numărul lui Eötvös	N_{E0}	$(\rho - \rho')\ L^2 g/\sigma$ = Numărul lui Bond		
E9	Numărul lui Euler (1)	N_{Eu_1}	$\Delta P_F/\rho V^2$; ΔP_F = Căderea de presiune datorită frecării	Coloana hidrostatică datorită frecării/2 × cea corespunzătoare vitezei	Frecarea fluidelor în conducte
E10	Numărul lui Euler (2)	N_{Eu_2}	$d\,(-\mathrm{d}p/\mathrm{d}L)/\rho V^2$; d = diametrul conductei, $\mathrm{d}p/\mathrm{d}L$ = gradientul de presiune = 2 · factorul de frecare al lui Fanning		Frecarea fluidelor în conducte
E11	Numărul de evaporare (1)	K_r	V^2/r r = căldura de vaporizare (L^2/θ^2)		Procese de evaporare
E12	Numărul de evaporare (2)	$\bar{K}_r$	$Cp/r\,\beta$(r ca în E 11) = (numărul Gay-Lussac). (E11)/Numărul lui Dulong)		Procese de evaporare

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuaţia de definiţie	Semnificaţia	Domeniul de utilizare
E13	Numărul de evaporare-elasticitate	$\overline{K}_{rE}$	$E/r\rho = K_r$/numărul lui Hooke		Procese de evaporare
E14	Numărul lui Einstein		V/V_l (V_l = viteza luminii, v. L8)	Viteza fluidului /viteza luminii	Magnetodinamica fluidelor
E15	Parametrul cîmpului electric	R_E	$E/V\mu_e H_e$		Magnetohidrodinamică
E16	Numărul electric caracteristic	El	$\rho\,(\mathrm{d}\chi/\mathrm{d}T)L^2\,\dfrac{\Delta T\cdot E_1^2}{\mu^2}$ E_1 = intensitatea cîmpului electric ($ML/Q\theta^2$) χ = susceptibilitatea dielectrică ($Q^2\theta^2/ML^3$)		Efecte electrice asupra proceselor de transfer
E17	Numărul electric al lui Nusselt	Nu	VL/D^* $D^* = 1/2(D^+ + D^-)(L^2/\theta)$ D^+, D^- = coeficienţii de difuziune ai ionilor (v. P2)	Curent de convenţie/curent de difuzie	Electrochimie
E18	Numărul electric al lui Reynolds (1)		$\varepsilon_e \cdot V/Q'Lb'$ ε_e = permitivitatea electrică ($Q^2\theta^2/L^3M$) Q' = densitatea de volum a sarcinii electrice (Q/L^3); b' = mobilitatea corpului electrizat ($Q\theta/M$)		Efecte electrice la curgere
E19	Numărul electric al lui Reynolds (2)		Alt nume pentru grupul E17		
E20	Numărul lui Euler modificat	Eu'	$H_L,\ \rho_L \cdot g/V_G^2 \cdot \rho_G$ H_L = înălţimea de lichid pe taler; ρ_L, ρ_G = densitatea lichidului, vaporilor; V_G = viteza de vapori în secţiunea liberă (L/θ)	Căderea de presiune datorată frecării / căderea de presiune datorată vitezei	Debitul de vapori prin talerele care realizează transferul de masă

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
E21	Numărul de expandare	Ex	$\frac{g \cdot d}{V^2} \cdot \frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_L}$ d = diametrul bulei V = viteza bulei; ρ_L ρ_G = densitățile lichidului și gazului	$1/N_{Fr1}$, raportul densităților	Creșterea bulelor de gaz
F1	Factorul de frecare al lui Fanning	f	$d\Delta p_F/2\rho V^2 L$; d = dimensiunea secțiunii transversale; L = lungimea (conform coeficientului de rezistență, Ne)	Tensiunea de forfecare la perete exprimată ca multiplu a coloanei hidrostatice datorită vitezei	Frecarea fluidelor în conducte
F2	Numărul lui Federov (1)	F_{e_1}, N_{Fe_1}	$d_e \sqrt[3]{\frac{4g}{3\mu^2}\rho^2\left(\frac{\gamma_M}{\gamma_g}-1\right)}^{-1}$ d_e = diametrul echivalent al particulei; γ_M = greutatea specifică a particulei; γ_g = greutatea specifică a gazelor (conform N_{Ar})		Straturi fluidizate
F3	Numărul lui Fedorov (2)	F_{e_2}, N_{Fe_2}	$\delta\beta^* = K_1 P_n = \varepsilon K_0 P_n$	Analogul în transferul de masă al numărului lui Posnov	Procese de transport
F4	Numărul lui Fenske	N_F		Numărul de echilibre în procesele de separare	
F5	Coeficientul de finețe	ψ	$L/W_D^{1/3}$; W_D = deplasare de volum (L^3)		Modelare de nave
F6 F7 F8	Numerele lui Fliegner	$F(M_a)$ $F(M_a)$ $I(M_a)$	Funcții de raportul căldurilor specifice și a numărului Mach; $\frac{V_m(cT)^{1/2}}{A(p_s + \rho V^2)} = \frac{\gamma \cdot M_a}{(\gamma - 1)^{1/2}} \cdot \left[1 + \frac{(\gamma - 1)M_a^2)}{2}\right]^{1/2}$ γ = raportul căldurilor specifice; M_a = numărul lui Mach; A = secțiunea de curgere		

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuaţia de definiţie	Semnificaţia	Domeniul de utilizare
F9	Coeficientul de curgere	C_Q	V_F/Nd^3; d = diametrul agitatorului		Puterea necesară pentru ventilatoare
F10	Numărul de fluidizare		V/V_{inif}; V_{inif} = viteza pentru fluidizarea iniţială	Viteza fluidului în stratul fluidizat/viteza iniţială de fluidizare	Fluidizare
F11	Numărul lui Fourier(transfer de căldură)	N_{Foh}	$k\theta/\rho C_p L_m^2$		Transfer de căldură în regim nestaţionar
F12	Numărul lui Fourier (transfer de masă)	N_{Fom}	$D\theta/L^2 = K_C\theta/L$ (conform D12)		Transfer de masă în regim nestaţionar
F13	Numărul lui Froude (1)	N_{Fr1}	$V^2/gL = (N_{Fr2})^2$ (cf. număr Reech, număr Boussinesq, număr Vedernikov)	Forţe de inerţie/forţe de gravitaţie	Comportarea undei şi suprafeţei
F14	Numărul lui Froude (2)	N_{Fr2}	$V/\sqrt{gL} = (N_{Fr1})^{1/2}$ (conform numărului Boussinesq)	Viteza de curgere în canale deschise/viteza undei foarte mici de gravitaţie	Curgerea în canale deschise, suprafeţe libere
F15	Numărul lui Froude (de rotaţie)	Fr	DN^2/g; D = diametrul agitatorului		Agitare
F16	Numărul lui Fourier (curgere)	Fo_F	$\mu\theta/\rho L^2$		Probleme de curgere în regim nestaţionar
F17	Numărul lui Frank-Kameneţki	δ	$\frac{Q'' E_a}{kRT_0^2} \cdot L^2 k_0 \times$ $\times \exp(-E_{a/RT})$ Q'' — căldura degajată pe unitate de masă de material care reacţionează şi pe unitate de volum $(1/L\theta^2)$; k = conductivitatea termică a amestecului care reacţionează $(ML/T\theta^3)$; k_0 = constanta preexponenţială în ecuaţia lui Arrhenius	Efectul termic al reacţiei (adimensional)	Transferul de căldură în sisteme în care au loc reacţii chimice

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
F18	Parametrul de frecvență		$\omega' L/V = 2\pi$Nr. Strouhal $2\pi/\omega'$ = perioada mișcării (0)	O formă specială a numărului lui Strouhal	Curgerea în regim nestaționar
F19	Numărul de frecvență (2)	N_F	$\omega_r L/V$ L = diametrul elementului de umplutură; V = viteza interstițială a fluidului; ω_r = frecvența radială (rad s^{-1})	O formă specială a grupului F18	Curgerea în straturi cu umplutură sau fluidizate
F20	Numărul lui Frössling (transfer de căldură)	Fs_h	$(N_{Nu}-2)/(N_{Re}^{1/2}N_R^{1/3})$	Coeficient special de transfer de căldură(adimensional)	Transferul de căldură la sfere în curenți de turbulență
F21	Numărul lui Frössling (transfer de masă)	Fs_m	$(N_{Sh}-2)/(N_{Re}^{1/2}\cdot N_{Sc}^{1/3})$	Coeficient special de transfer de masă (adimensional)	Transferul de masă la sfere în curenți de turbulență
G1	Numărul lui Galileu	N_{Ga_1}	$L^3 g\rho^2/\mu^2$ (conform N_{Ar}, grupul de grosime al lui Nusselt)	$N_{Ga1} = N_{Re}\cdot$forța de gravitate /forțe datorită viscozității	Circulația lichidelor vîscoase, dilatație termică
G2	Numărul lui Gay Lussac	Ga, N_{Ga_2}	$1/\beta \Delta T$		Procese de dilatație termică
G3	Numărul lui Goucher	N_{Go}	$R(\rho g/2\sigma)^{1/2}$ R = raza peretelui sau a firului	Forța gravitațională/(forța tensiunii superficiale)$^{1/2}$	Acoperiri
G4	Numărul lui Graetz (Grätz)	N_{Gz}	$V_m c_p/kL$	Capacitatea termică a fluidului/transfer de căldură prin convecție	Curgere directă
G5	Numărul lui Grashof	N_{Gr}	$L^3\rho^2 g\beta\Delta t/\mu^2 = N_{Ga_1}/N_{Ga_2} = (N_{Re})^2/(N_{Ga_2})(N_{Fr_1})$	$N_{Gr} = N_{Re}$ (forța de susținere/forța datorită viscozității)	Convecție liberă

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
G6	Numărul lui Gukhman	G_u, N_{Gu}	$(t_0 - t_m)/T_0$; t_0, T_0 = temperatura (°C, °K) curentului de gaz fierbinte t_m = temperatura suprafeței umede (temperatura termometrului umed)	Criteriul termodinamic de evaporare la condiții izobar-adiabatice)	Transferul de căldură prin convecție în evaporare
G7	Grupul Guldberg-Waage	N_{GW}	Dat de ecuația care corelează volumele gazelor reactante și a produșilor de reacție		Reacția chimică în furnale
G8	Numărul geometric	Ge	h^*/H^* h=suprafața elementului de umplutură /perimetru H^* = înălțimea umpluturii	Înălțimea patului de umplutură (adimensional)	Transferul de masă în paturi cu umplutură
G9	Parametrul lui Goertler		$\frac{VL_b\rho}{\mu}\left(\frac{L_b}{R_c}\right)^{1/2}$ L_b = grosimea stratului limită momentan R_c = raza de curbură	Numărul lui Reynolds modificat	Curgerea stratului limită pe suprafețe curbe
G10	Numărul de difuzie Grasshof	Gr_{AB}	$L^3\rho^2 g\beta'_A\Delta n'_A/\mu^2$ n'_A = fracția molară a speciei A β'_A =coeficientul variației densității cu n'_A	Forțe de ascensiune × forțe de inerție/(forțe de viscozitate)^2	Transferul de masă prin convecție liberă (modificări de densitate datorită diferenței de concentrații)
H1	Coeficientul lui Hall	N_H	f_cJ (f_c = frecvența de ciclotron; J = drumul liber mediu/viteza medie)		Magnetohidrodinamică
H2	Numărul lui Hartmann	M_H	$(\mu_e^2 H_e^2\sigma_e L^2/\mu)^{1/2} \equiv$ $\equiv (SR_M N_{Re})^{1/2} \equiv$ $\equiv (N_{Re}N)^{1/2}$	Tensiunea magnetică indusă/tensiunea de rupere hidrodinamică (forța magnetică a corpului) /(forța datorită viscozității)$^{1/2}$	Magnetohidrodinamică

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
H3	Numărul lui Hatta	β	$\gamma/\mathrm{tgh}\,\gamma;\ \gamma=(r\mathrm{CD})^{1/2}/k_c$ r = constanta de viteză a reacției ($\mathrm{L}^3/\mathrm{M}\theta$)		Absorbție de gaz cu reacție chimică
H4	Coeficient de sarcină	C_H	gH'/N^2d^2 (d = diametrul agitatorului)		Curgerea în pompe și ventilatoare
H5	Numărul transferului de căldură	K_Q	$q/V^3L^2\rho$		Transferul de căldură în flux
H6	Numărul lui Hedstrom	N_{He}	$\tau_y L^2\rho/\mu_p^2 \equiv (N_{Re})(N_{Bm})$		Curgerea de tip Bingham
H7	Grupul rezonator Helmholtz		$(d^3/W)^{1/2}/M_a$	Proporțional cu produsul dintre frecvență și timpul de staționare	Combustie pulsatorie
H8	Numărul lui Hersey		$F_b/\mu v_s$ (conform numărului de rupere)	Forța de încărcare/forța datorită viscozității	Ungere
H9	Numărul lui Hodgson	N_H	$wf\Delta p_F/\overline{V}_f\cdot\bar{p}_s$	Constanta de timp a sistemului/perioada de pulsare	Curgerea pulsatorie a gazului
H10	Numărul homocron	H_{0_1}	$V\theta/L$ (θ = timpul necesar lichidului pentru parcurgerea distanței caracteristice L)	Durata procesului/timpul necesar lichidului pentru a trece prin L	Alegerea scărilor de timp
H11	Numărul lui Hooke	Ho_2	$\rho V^2/E \equiv$ ≡ Nr. Cauchy(C5)		Elasticitatea mediilor în mișcare
H12	Număr de homocronicitate	Ho_3	$N\theta$ N = rotații pe minut ale amestecătorului. θ = timpul de amestecare pentru a atinge un anumit grad de dispersie		

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuaţia de definiţie	Semnificaţia	Domeniul de utilizare
H13	Numărul lui Hess	*He*	$(KL^2/a_m)\,(C_0)^{n-1}$ n = ordinul de reacţie C_0 = concentraţia iniţială a_m = coeficientul de difuziune al produşilor de reacţie(L^2/θ) K = constanta de viteză a reacţiei $\left(\frac{1}{\theta}\,\frac{L^{3n}-3)}{M^{n-1}}\right)$		Transfer de masă şi căldură cu reacţie chimică şi schimbări de fază
H14	Numărul de homocronicitate	Ho_4	$N\theta$ N = numărul de rotaţii pe minut θ = timpul de amestecare		Amestecare, agitare
H15	Grupul de rezistenţă hidraulică	Γc	$\Delta p_p/\rho_L \cdot g \cdot L = We_4$. Numărul Laplace = $= N_{Eu_1} \cdot N_{Fr_1}$ Δp_p = căderea de presiune prin lichidul de pe taler ρ_L = densitatea lichidului L = înălţimea lichidudului pe taler	Caracterizează suprafaţa interfacială pe unitate de suprafaţă de taler	Căderea de presiune în coloana de distilare
I1	Numărul lui Iliuşin	I	$(Vd\rho/\mu) \cdot 4\tau_D/3\;V^2\rho$ $= 4\tau_D/3\;V^2\rho \cdot N_{Re}$ τ_D = rezistenţa dinamică maximă de alunecare		Curgerea fluidelor vîscoplastice
J1	Modulul lui Jakob	*Ja*	$C_p\rho_L\Delta t/r\rho_v$ ρ_L, ρ_v = densitatea lichidului şi vaporilor Δt = diferenţa de temperatură a lichidului supraîncălzit	Raza maximă a bulei/grosimea filmului supra încălzit	Fierbere
J2	Factorul J (transfer de căldură)	J_H	$(h/c_pG)\,(c_p\mu/k)^{2/3} \equiv$ $(N_{Nu})/(N_{Re})(N_{Pr})^{1/2}$		Teoria transferului de căldură, de masă şi de moment

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
J3	Factorul J (transfer de masă)	J_M	$(k_c\rho/G)(\mu/\rho D)^{2/3} \equiv \equiv (k_c\rho/G)(N_{Sc})^{2/3}$		
J4	Numărul lui Joule	J	$2\rho C_p\Delta t/\mu_e H_e^2 = 2(N_{Re})(R_M)/(M_H)^2(N_E)$	Energia de încălzire Joule/energia cîmpului magnetic	Magnetohidrodinamica
K1	Numărul lui Kármán (1)	N_K	$2(N_{Re})^2 \sqrt{f} \equiv \rho d^3(-\mathrm{d}p/\mathrm{d}L)/\mu^2$ d = diametrul conductei		Frecarea fluidelor în conducte
K2	Numărul lui Kármán (2)	K	V/V_A (v. numărul lui Alfven)		Magnetohidrodinamică
K3	Numărul lui Kirpicev pentru transferul de căldură	K_{tq}, N_{Ktq}	$q^*L/k\Delta t$ (conform cu N_{Bi_h}, N_{Nu})	Intensitatea transferului de căldură extern/intensitatea transferului de căldură intern	Transfer de căldură
K4	Numărul lui Kirpicev pentru transferul de masă	K_{tm}	$GL/D\rho n^*$ (conform N_{Pem}, N_{Bim})	Intensitatea transferului de masă extern/intensitatea transferului de masă intern	Transfer de masă
K5	Numărul lui Kirpicev		$\sqrt[3]{(N_{Re})^2 \cdot C_f} = (\rho F_R/\mu^2)^{1/3}$		Curgerea în jurul obstacolelor
K6	Numărul lui Knudsen (1)	N_{Kn}	λ/L	Lungimea drumului liber mediu/dimensiunea caracteristică	Curgerea gazelor la presiune joasă redusă sau prin pori
K7	Numărul lui Knudsen (2)	N_{Kn_A}	$eD_{AB}/D_{KA}\zeta$	Difuziunea în masă/difuziunea Knudsen	Difuziunea gazelor în straturi cu umplutură

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
K8	Numărul lui Kosovici	K_0, N_{K0}	$r_v \Delta n_m / c \Delta t$	Căldura utilizată pentru evaporare/căldura utilizată pentru creşterea temperaturii corpului	Transferul de căldură prin convecție în timpul evaporării
K9	Numărul lui Kronig	K_r	$4\, L^2 \beta \rho^2 \Delta t$ $\frac{1}{\mu^2 M} E_s^2 N(\alpha + 2p_0^2/3kT)$ E_s = cîmpul electric la suprafață N = Numărul lui Avogadro α = coeficientul de polarizare p_0 = momentul de dipol molecular k = constanta lui Boltzman M = masa moleculară	(N_{Re})(forța electrostatică / forța datorită viscozității)	Transfer de căldură prin convecție
K10	Numărul lui Kutateladze (1)	K_u	$IEL/\rho V u'$; I = densitatea de curent ($Q/L^2\theta$), E = tensiunea ($ML/Q\theta^2$), u' = entalpie (L^2/θ^2)		Arc electric in curent de gaz
K11	Numărul lui Kutateladze (2)	K	$r_v/c_p(t_0 - t_w)$ (t_0, t_w) = temperatura curentului și peretelui		Transfer combinat de masă și căldură în evaporare
K12	Număr Knudsen pentru difuziune	$N_{Kn_{A2}}$	$3eD_{AB}/4\zeta K_{0A}\bar{u}_A$ K_{OA} = constanta Kunudsen de curgere prin permeabilitate $\bar{u}_A$ = viteza medie de echilibru a moleculelor A	Diferă de K7 prin constanta numerică	Difuzia gazelor prin solide poroase

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
K13	Numărul lui Kondratiev	Kn	ψN_{Bi_h} N_{Bi_h} = numărul lui Biot pentru transferul de căldură ψ = parametru de neuniformitate a temperaturii cîmpului $= (t_s - t_a)/(\bar{t} - t_a)$ t_a = temperatura mediului înconjurător t_s = temperatura suprafeței corpului $\bar{t}$ = temperatura medie a corpului		Transferul de căldură între luid și corp.
L1	Grupul lui Lagrange (1)	La_1	$\pi/\mu L^3N^2$; L = dimensiunea caracteristică a agitatorului $= N_{Re} \cdot N_p$		Agitarea
L2	Numărul lui Lagrange (2)	La_2	$(D + \varepsilon_D)/D$	Viteza combinată a transferului molecular și turbulent de masă /viteza transferului molecular de masă	Transferul de masă în sisteme turbulente
L3	Numărul lui Lagrange (3)	La_3	$\Delta PR/\mu V$		Magnetohidrodinamică
L4	Numărul Larmor	R_{La}	L_L/L; (L_L = raza Larmor)		Magnetohidrodinamică
L5	Numărul Lavel	La	$V \Big/ \left(\frac{2\gamma}{\gamma + 1} RT\right)^{1/2}$ γ = raportul căldurilor specifice	Viteza liniară/viteza critică a sunetului	Curgerea fluidelor compresibile
L6	Funcția Leverett	J	$(\xi/e)^{1/2}(P_\sigma/\sigma)$	Dimensiunea caracteristică a curburii suprafeței / dimensiunea caracteristică a porilor	Curgerea în medii poroase a fluidelor bifazice

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
L7	Numărul Lewis	N_{Le}	$k/\rho c_p D = \alpha/D \equiv N_{Sc}/N_{Pr}$ (uneori numărul Lewis este definit ca inversul acestei cantități)		Transfer combinat de masă și căldură
L8	Numărul Lorentz	N_{Lo}	V/V_1; V_1 = viteza luminii	Viteza fluidului/viteza luminii	Magnetohidrodinamica
L9	Numărul Luikov	Lu	$k_c L/\alpha = k_c L \rho C_p/k$	Difuziunea de masă / difuziunea termică, viteza de creștere a cîmpului de masă/viteza de creștere a cîmpului termic	Transfer combinat de masă și căldură
L10	Numărul Lukomski	Lu	α/a_m; a_m = conductivitatea transferului de masă (L^2/θ)		Transfer combinat de masă și căldură
L11	Numărul Lundquist	N_{Lu}	$\sigma_e H_e \mu_e^{3/2} L/\rho^{1/2} = M_H (R_M/N_{Re})^{1/2}$ L = grosimea stratului fluid		Magnetohidrodinamică
L12	Mumărul Liașenko	Ly	N_{Re}^3/N_{Ar}		Fluidizare
L13	Numărul Lykoudis	N_{Ly}	$(\mu_e H_e)^2 \cdot \frac{\sigma_e}{\rho}\left(\frac{L}{g\beta\Delta t}\right)^{1/2} = (M_H)^2/(N_{Gr})^{1/2}$		Magnetohidrodinamica
L14	Numărul lui Laplace	La_4	$\Delta p_p \cdot L/\sigma = \Gamma_c/We_4$ Δp_p = căderea de presiune prin lichidul de pe taler L = înălțimea lichidului de pe taler		Comportarea interfacială pe talerele de distilare

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
L15	Numărul lui Lebedev	Le_2	$eb_T(t_a - t_0)/\cdot c_b \cdot p \cdot \rho_s$ b_T = intensitatea expandării vaporilor în capilarele corpului la încălzire (M/L³T) t_a = temperatura mediului înconjurător t_0 = temperatura inițială ρ_s = densitatea solidului	Fluxul molar de expansiune/fluxul molar de transfer a vaporilor	Uscarea materialelor poroase
L16	Numărul lui Leroux		Numărul de cavitație C6		
L17	Numărul de turbulență al lui Lewis	Le_T	$c_p \cdot \rho \cdot \varepsilon_D/k_T$ $= l_D/l_T = \varepsilon_D/\varepsilon_T$ k_T = conductivitatea termică în regim turbulent l_D, l_T = lungimile de amestec pentru transferul de masă, respectiv de căldură ε_T = difuzivitatea termică în regim turbulent		Transfer combinat de masă și căldură în regim turbulent
L18	Numărul Lewis-Semenov		$1/N_{Le}$ N_{Le} = grupul L7		
L19	Numărul lui Lock		$\rho R^4 \cdot ia'/I$ ρ = densitatea fluidului a' = panta curbei de ridicare a rotorului (L^2/M); i = lungimea de coardă a paletei (L); R = raza rotorului (L); I = momentul de inerție a paletei față de ax (L^4)		Dinamica paletei rotorului
M1	Grupul McAdams		$h^4 L \mu \Delta t / k^3 \rho^2 \; gr$	Constant pentru o orientare dată de suprafață	Condensare

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuaţia de definiţie	emnificaţia	Domeniul de utilizare
M2	Numărul Mach	N_{Ma}, Ma	V/V_S; (V_S = viteza sunetului în fluid) $Ma \equiv V/\sqrt{E_b/\rho}$; E_b = modulul în masa fluidului (conform Nr. Sarrau)	Viteza lineară/viteza sonică	Curgerea fluidelor compresibile
M3	Parametrul de forţă magnetică	N	$\mu_e^2 H_e^2 \sigma_e L/\rho V$	Forţa magnetică a corpului/forţa de inerţie; timpul de staţionare a fluidului în cîmp/timpul de relaxare a liniilor de forţă	Magnetohidrodinamică
M4	Numărul magnetic Mach	N_{Ma}	V/V_a (v. nr. Alfven)		Magnetohidrodinamică
M5	Numărul magnetic Ossen	k	$\frac{1}{2}(1 - N_{Al}^2)\ R_M$	Forţa magnetică/forţa de inerţie	Magnetohidrodinamică
M6	Numărul magnetic de presiune	S	$\mu_e H_e^2/\rho V^2$	Presiunea magnetică/2 x presiunea dinamică	Magnetohidrodinamică
M7	Numărul magnetic Reynolds	R_M	$\sigma_e \mu_e L V$ (conform nr. de viteză)	Difuzivitatea transferului de masă/difuzivitatea magnetică	Magnetohidrodinamică
M8	Numărul Maievski		$\equiv Ma$		Curgerea fluidelor compresibile
M9	Numărul Marangoni	N_{Ma}	$\frac{\Delta\sigma\Delta t}{\Delta t\Delta L} L^2/\mu\alpha$; L = grosimea stratului		Convecţie celulară
M10	Numărul Margulis	M	$= N_{st}$		Convecţie forţată

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
M11	Numărul Merkel	N_{Me} gaz	$Ga^* W^* / (V_m) gaz$	Cantitatea de apă transferată la răcirea pe unitatea de diferență de umiditatea · cantitatea gazului uscat	Turnuri de răcire contact lichid-gaz
M12	Numărul Miniovici	M_n	SR/e; R = raza porului		Uscare
M13	Numărul Mondt	N_{Mo}		Raportul dintre transferul de căldură prin convecție și conductivitate	Transfer de căldură
M14	Numărul magnetic al lui Grasshof		$4\pi\sigma_e\mu_e(\mu/\rho) \cdot N_{Gr}$ N_{Gr} = grupul G5		Magnetodinamica fluidelor
M15	Numărul magnetic	R_m	$\mu_e H_e (\sigma_e L/\rho V)^{1/2}$ (parametrul forței magnetice)$^{1/2}$	v. grupul M3	Magnetohidrodinamica
M16	Numărul magnetic al lui Prandtl		$\sigma_e \mu_e \dfrac{\mu}{\rho}$ conform grupului M14	Numărul magnetic al lui Reynolds/numărul lui Reynolds	Magnetodinamica fluidelor
N1	Numărul Naze	Na	$V_a/V_s = (N_{Ma} \cdot N_{A1})$	Viteza undei Alfven/viteza sunetului	Magnetohidrodinamica
N2	Grupul de forță de inerție Newton	N_e	$F/\rho V^2 L^2$	Forțe impuse/forțe de inerție	Agitare
N3	Numărul Newton	N_e	$F_R/\rho V^2 L^2$; (conform f, ψ)	Forța de rezistență/forța de inerție	Frecarea în curgerea fluidelor
N4	Numărul coloanei hidrostatice datorate vitezei (înălțimea cinetică)	N	$(F/\rho L^2)/V^2/2)$	Forța aplicată/rezistența la curgere (exprimate ca înălțimi)	Frecarea în conducte

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
N5	Criteriul de similitudine termică la schimbări de fază	K	$r/C_p\Delta t$	Căldura latentă de tranziție de fază/supraîncălzirea (subrăcirea) uneia dintre faze	Modificarea de fază
N6	Numărul Nusselt	N_{Nu}	$hL/k \equiv (N_{Re}N_{St})$ (conform N_{Bi_h}, Ki_g)	Transferul total de căldură/transferul de căldură conductiv.	Convecție forțată
N7	Numărul Nusselt pentru transferul de masă	Nu_m N_{Nu_m}	$k_cL/D = N_{Sh}$	Intensitatea fluxului de masă la interfață / fluxul specific prin difuziune moleculară pură în stratul de grosime L	Transfer de masă
N8	Grupul Nusselt pentru grosimea filmului de lichid	ψ, N_T	$L_f(\rho^2g/\mu^2)^{1/3} = (N_{Ga})^{1/3}$; ($L_f$= grosimea filmului)	$\equiv N_{Re})^{1/3}$ (forța de gravitație/forța datorită viscozității)$^{1/3}$	Filme de lichid descendente
O1	Numărul Ocvirk		$(F_b/\mu v_s)\ (a/R)^2(D/b)^2$; ($v_s$ = viteza la suprafață a axului R = raza axului D = diametrul axului (conform N_s)	Forța de încărcare/forța datorată viscozității	Ungere
O2	Numărul Ohnesorge	Z	$\mu/(\rho L\sigma)^{1/2} = (N_{We1})^{1/2}/(N_{Re})$	Forța datorită viscozității/(forța de inerție × · forța tensiunii superficiale)	Atomizare
P1	Număr Péclet (căldura)	Pe, N_{Pe_H}	$LV\rho C_p/k = LV/\alpha = (N_{Re} = N_{Pr})$	Transferul de căldură în masă /transferul de căldură prin conductibilitate	Convecție forțată

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
P2	Număr Péclet (masă)	N_{Pe_m}	$LV/D = (N_{Re} \cdot N_{Sc})$	Transferul de masă în curentul principal/ transferul de masă prin difuziune	Transfer de masă
P3	Parametru de conductă	ρ_n	$V_w V_0/2H'_s$ V_w = viteza undei de șoc a apei; V_0=viteza inițială; H'_s = înălțime statică $\cdot g$ (L^2/θ^2).	Creșterea de presiune maximă de șoc/2 · presiunea statică	Undă de șoc hidraulic
P4	Număr Poiseuville		$D^2(-\mathrm{d}p/\mathrm{d}L)/\mu V$; D = diametrul conductei, $\mathrm{d}p/\mathrm{d}L$ = gradientul de presiune	= 32, pentru curgerea laminară în conducte rotunde	Frecarea fluidelor în curgerea laminară
P5	Număr Pomeranțev	P_o	$jL^2/k(t_m-t_0)$; t_m, t_0 = temperatura mediului, temperatura inițială a corpului (conform Damköhler D4		Transferul de căldură cu surse de căldură în mediu
P6	Număr Poznov	Pu	$\delta\Delta t/(\Delta n_m)$(conform Fe2)		Transfer combinat de căldură și masă
P7	Număr de putere	N_p	$\pi/L^5\rho N^3$ π = puterea agitatorului (ML^2/θ^3	Forța de frecare (agitator) sau forța de inerție	Consum de putere prin agitatoare, ventilatoare, pompe etc.
P8	Număr Prandtl	N_{Pr}	$c_p \quad \mu/k = Da\text{-}IV/$ $/Da\ III \cdot Da\ V$	Difuzivitatea de moment/difuzivitatea termică	Convecție forțată și convecție liberă
P9	Număr Prandtl (transfer de masă)	Pr_m	$\mu/\rho D = N_{Sc}$	v. numărul lui Schmidt	
P10	Raportul de viteză Prandtl	u^+	$V/(\tau_w/\rho)^{1/2}$; V = viteza locală a fluidului	Forța de inerție/ forța de forfecare la pereți)$^{1/2}$	Studii de turbulență

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
P11	Distanța nedimensională Prandtl	y^+	$L(\rho\tau_M)^{1/2}/\mu$ (L =distanța de la perete etc.)		Studii de turbulență
P12	Număr Predvoditelev	Pd	$\Gamma L^2/\alpha t_0 = \left(\dfrac{dt^*}{\alpha N_{Fo}}\right)_{max}$ t_0 = temperatura inițială a corpului; t^* = temperatura mediului față de temperatura sa inițială)	Viteza variației temperaturii mediului / viteza variației temperaturii corpului	Transfer de căldură
P13	Număr de presiune (1)	Kp	$P/\{g\sigma(\rho' - \rho'')\}^{1/2}$ ρ', ρ'' = densitatea lichidului, gazului	Presiunea absolută în sistem/variația de presiune la interfață	
P14	Număr de presiune (2)		$H/1/2 \cdot U_s^2$; U_s = =viteza periferică (Număr diametru)$^{-2}$ × × (număr viteză)$^{-2}$		Mașini care circulă fluide (turbine, pompe etc.)
P15	Raport psihrometric		h_c/Gs	Transfer de căldură prin convecție/transfer de căldură prin transfer de masă	Determinarea umidității cu termometrul umed și uscat (psihrometrie)
P16	Număr de plasticitate	P	≡ Alt nume pentru numărul Bingham		
P17	Număr de putere modificat (v. P7)	N'_P	$\dfrac{\pi}{L^5\rho N^3}\left(\dfrac{D'_e}{L'}\right)\cdot\dfrac{(\Delta w)^{-1/2}}{(N_b \cdot N_s)^{0,67}}$ D'_e = diametrul efectiv al agitatorului, L'_e = înălțimea efectivă a agitatorului ΔW =factorul de perete N_b = numărul de palete ale agitatorului N_s = numărul efectiv de vîrfuri de palete π =puterea agitatorului		Agitare

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
P18	Numărul total al lui Prandtl	Pr	$\dfrac{\varepsilon_M + (\mu/\rho)}{\varepsilon_T + \alpha}$ ε_M, ε_T = coeficienții de transfer de moment și termic, în regim turbulent	Difuzivitatea totală a momentului/difuzivitatea totală termică	Transfer de căldură în curgeri combinate, turbulente și laminare
P19	Numărul de turbulență al lui Prandtl	Pr_T	$\varepsilon_M/\varepsilon_T = l/l_T$ ε_M, ε_T = difuzivitatea de moment și termică, în regim turbulent; l, l_T = lungimile de amestecare pentru transferul de moment și termic	Difuzivitatea de turbulență a momentului/difuzivitatea totală termică	Transfer de căldură în curgere turbulentă
P20	Numărul lui Predvoditelev (transfer de masă)	Pd_m	$(\Gamma_m L^2/a_m)(N_{Fom})$ Γ_m = viteza de variație a potențialului de transfer de masă a mediului (masă/unitate de masă · timp$(1/\theta)$) a_m = coeficientul de difuziune al materialului (L^2/θ) N_{Fom} = grupul F12	Viteza de variație a concentrației mediului/viteza de variație a concentrației corpului	Transfer de masă
P21	Numărul de pulsație	N_{Pu}	$f.\ d_e\rho/G$ d_e = diametrul echivalent al canalului		Transfer la fluide care pulsează
R1	Numărul de radiație	$\bar{K}_s$	$kE/\eta\sigma T^3 = (N_{We1})/$ (Număr Hooke) · · (Număr Stefan)		Transfer prin radiație
R2	Număr Ramzin	R_a	$\dfrac{C_b P}{C_m(\Delta\,\Omega)} = \dfrac{\text{Nr. Bulîghin}}{\text{Nr. Kosovici}}$		Transfer de masă molar
R3	Raportul căldurilor specifice	γ	C_p/C_v (căldură specifică la presiune constantă pe cea la volum constant)		Mașini care circulă cu fluide
R4	Număr Rayleigh (1)	N_{Ra1}	$V(\rho L/\sigma)^{1/2} = N_{We2}$	vezi N_{We}	Pulverizarea jeturilor de lichid

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
R5	Număr Rayleigh (2)	R_2'	$L^3\rho^2 g\beta c_p\,\Delta t/\mu k = L^3\rho g\beta\Delta t/\mu\alpha = (N_{Gr})\cdot(N_{Pr})$		Convecție liberă
R6	Număr Rayleigh (3)	Ra_3	$q^* L^5\rho^2 g\beta c_p/\mu k^2 x = (N_{Gr})\cdot(N_{Pr})\cdot(N_{Nu})\cdot(L/x)$; L=diametrul conductei		Convecție combinată liberă și forțată în conducte verticale
R7	Factor de recuperare	N_{rf}	$C_p(t_{aw} - t_m)/V^2$; t_{aw} = temperatura peretelui atinsă adiabatic t_m = temperatura mediului în mișcare (conform număr Eckert)	Temperatura reală de recuperare / temperatura teoretică de recuperare	Transferul de căldură prin convecție în curgerea fluidelor compresibile
R8	Număr Reech		$= 1/N_{Fr1}$		Comportarea undei și a suprafeței
R9	Coeficient de rezistență (1)	C_f	$F_R/1/2\rho V^2 L^2$ (conform coeficient de împingere, număr Newton, factor Fanning)		Rezistență la curgere
R10	Coeficient de rezistență (2)	ψ	$\Delta p\cdot D_H/1/2\rho V^2 L$ Δp = căderea de presiune pe lungimea L (conform R9)		Frecarea fluidului în conducte
R11	Număr Reynolds	N_{Re}	$LV\rho/\mu$	Forța de inerție/forța datorită viscozității	Similitudine hidrodinamică
R12	Număr Reynolds de rotație	Re	$L^2N\rho/\mu$; L = diametrul agitatorului		Agitare
R13	Număr Richardson	N_{Ri}	$-(g/\rho)(\mathrm{d}\rho/\mathrm{d}L)(\mathrm{d}V/\mathrm{d}L)_w^2$ L = înălțimea stratului de lichid; $(\mathrm{d}V/\mathrm{d}L)_w$= gradientul de viteză la perete	Forța de gravitație/forța de inerție	Curgerea stratificată a sistemelor neomogene

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
R14	Număr Romankov	R_0'	T_u/T_p	Temperatura absolută a termometrului uscat (K)/temperatura absolută a produsului (K)	Uscare
R15	Număr Rossby	N_{Ro}	$V/2\omega_e L \sin \Lambda$ ω_e = viteza unghiulară de rotație a pămîntului $(1/\theta)$; Λ = unghiul dintre axa de rotație a pămîntului și direcția de curgere a fluidului	Forța de inerție/forța Coriolis	Efectul rotației pămîntului asupra curgerii în conducte
R16	Factor de rugozitate		ε/L		Frecarea fluidelor
R17	Parametrul de frecvență radială (1)		$\omega_r \cdot D/V^2$; $\omega_r \alpha/V^2$ D = coeficientul de difuziune sau dispersie a stratului de umplutură (L^2/θ) ω_r = frecvența radială $(1/\theta)$		Straturi cu umplutură și fluidizate
R18	Parametrul de frecvență radială (2)		$\omega_r L^2/\alpha$ ω_r ca în grupul R17 L = raza tubului		Straturi cu umplutură și fluidizate
R19	Parametrul de frecvență radială (3)		$w_r^2 \cdot D \cdot L/V^3$ (cantitățile ca în grupurile R17 și R18)	(Grupul R17)²/(Grupul P2)	Straturi cu umplutură și fluidizate
R20	Parametrul de frecvență radială (4)		$L(\omega_r)/2D)^{1/2} = \frac{1}{2}(\mathrm{R18})^{1/2}$ (cantitățile ca în grupurile R17 și R18)	Analog cu numărul W5	Straturi cu umplutură și fluidizate

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
R21	Parametrul de radiație	Φ	$e^{+}\eta T_{w}^{3}d_{h}/k$ e^{+} = funcția de emisivitate medie a suprafeței pereților; T_{W} = temperatura peretelui		Efectul radiației asupra transferului de masă prin convecție
R22	Numărul entalpiei reacției	N_{H}	$(\Delta u)_{A}(\Delta n_{A})/c_{p}\ (\Delta T)$ $(\Delta u)_{A}$ = entalpia de reacție pe unitatea de masă de compus A produs n_{A} = fracția molară a speciei A	Variația în energia de reacție/variația în energia sensibilă	Transferul interfazic cu reacție chimică
R23	Numărul lui Rossby		$V/\omega L$	O formă mult mai generală a grupului R15	
S1	Număr Sarrau		= Număr Mach		Curgerea fluidelor compresibile
S2	Număr Schiller (1)		$LV^{2}(\rho^{2}/\mu F_{r})^{1/3}$		Curgerea în jurul obstacolelor
S3	Număr Schiller (2)	Sch	$V\left\{\frac{3}{4}\cdot\frac{\rho\gamma_{m}}{g\mu(\gamma_{M}-\gamma_{m})}\right\}^{1/3}$ V = viteza în stratul fluidizat; γ_{m}, γ_{M} = greutatea specifică a mediului și materialelor în strat		Fluidizare
S4	Număr Schimidt	N_{Sc}	$\mu/\rho D$(conform N_{Prm}) $\equiv Da$ II/Da I $\cdot$ DaV)	Viscozitatea cinetică/difuzivitatea moleculară	Difuziune în curgere
S5	Număr Semenov	Sm	k_{c}/K; K=constanta vitezei de reacție (L/θ)		Cinetică de reacție
S6	Număr Senftleben	Se	$NE_{s}^{2}[\alpha+2/3(\rho_{0}^{2}/kT)]\times$ $\times(1/4LMg)$; v. Numărul lui Kronig		Transfer de căldură prin conconvecție

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuaţia de definiţie	Semnificaţia	Domeniul de utilizare
S7	Număr Sherwood	N_{Sh}	$k_cL/D = Nu_m$ (numit şi numărul lui Taylor	Difuzivitatea de masă /difuzivitatea moleculară	Transfer de masă
S8	Număr Sommerfeld(1)	N_{S1}	$(\mu N/P_b)\ (D/a)^2$ D = diametrul axului (conform numărului Ocvirk)	Forţa datorită viscozităţii/forţa de încărcare	Ungere
S9	Număr Sommerfeld (2)	N_{S2}	$(F_b/\mu V_S)(a/R)^2$ V_S = viteza suprafeţei axului; R = raza axului $N_{S2} = 4/\pi N_{S1}$)	Forţa datorită viscozităţii/ forţa de încărcare	Ungere
S10	Funcţia Spalding	S_p	$-(\partial\theta/\partial u^+)_{u+} = 0\ (\theta = (T - T_\infty)/(T_w - T_\infty)$ T_w = temperatura peretelui, T_∞ = temperatura curentului liber, u^+ = raportul de viteză Prandtl	Gradientul de temperatură nedimensional la perete	Convecţie
S11	Viteza specifică	C_s	$N(V_f)^{1/2}/(gH')^{3/4}$ H' = înălţimea de lichid produsă de o treaptă conform cu (numărul de viteză)		Pompe şi compresoare
S12	Număr de viteză		$(4\pi)^{1/2}(V_f)^{1/2}N/(2 \times H)^{3/4}$ = număr de debitare)$^{1/2}$ × (număr de presiune)$^{-3/4}$ (conform vitezei specifice S11)		Maşini care circulă fluide
S13	Număr Stanton	N_{St}	$h/C_p\rho V = h/C_pG = (N_{Nu})/(N_{Re})\ (N_{Pr})$	Căldura transferată/capacitatea termică a fluidului	Convecţie forţată
S14	Număr Stefan	$\overline{St}$	$\eta LT^3/k$		Radiaţia de căldură

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
S15	Număr Stokes	St	$\mu\theta_v/\rho L^2$(θ_v = timpul de vibrație) $St \equiv (N_{S_1})^{-1}(N_{Re})^{-1}$		Dinamica particulelor
S16	Număr Strouhal	N_{Sr}, Sr	fL/V(conform N_{Th})		Curgere turbionară; curgere în regim variabil
S17	Număr Suratman	Su	$\rho L\sigma/\mu^2 = (N_{Re})^2/(N_{We1}) = (Z)^{-2}$		Dinamica particulelor
S18	Numărul de elasticitate a suprafeței	N_{El}	$-\dfrac{\Gamma'}{D_s} L \dfrac{(\partial\sigma)}{(\partial\Gamma')}$ Γ' = concentrația de suprafață a reactantului, în stare de repaos D_s = difuzivitatea de suprafață L = grosimea de film		Celule de convecție
S19	Numărul de viscozitate al suprafeței	N_{vt}	$\mu_s/\mu L$ (μ_s=viscozitatea de suprafață (M/θ), L=grosimea filmului		Celule de convecție
S20	Număr Stewart		=Număr Hartmann$)^2$/Număr Reynolds) (v. S30)		
S21	Numărul lui Schmidt (2)		= Numărul lui Semenov (2)	Nu se mai utilizează	
S22	Numărul lui Schmidt (3)	(Sc)	$\mu\varkappa/\rho\sigma_e \cdot L^2$ ($\varkappa$ ca în grupul E 16)	Difuzivitatea turbionării / difuzivitatea de masă a ionilor	Electrochimie
S23	Numărul total al lui Schmidt	Sc	$\dfrac{\varepsilon_M + (\mu/\rho)}{\varepsilon_D + D}$ ε_M= viscozitate (L^2/θ)	Difuzivitatea totală a momentului/difuzivitatea totală a masei	Transfer de masă în curgere combinată, laminară și turbulentă

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
S24	Numărul de turbulență al lui Schmidt	Sc_T	$\varepsilon_M/\varepsilon_D = l/l_D$ ε_M = viscozitate(L^2/θ) l, l_D = lungimi de amestec pentru moment transfer de masă	Difuzivitatea turbulentă datorată momentului / coeficientul de difuziune turbulentă	Transfer de masă în curgerea turbulentă
S25	Numărul lui Semenov (2)		$\equiv 1/N_{Le}$(vezi grupul L7)		
S26	Numărul lui Smoluchovschi		$L/\lambda = 1/N_{Kn}$ (N_{Kn} = grupul K6)		
S27	Numărul lui Soret	So	$\theta n'_{20}$ (definițiile ca la grupul D18)	Coeficient de difuziune termică (nedimensională)	Transfer cuplat de căldură și masă
S28	Numărul lui Spalding	B'	$c_p \Delta T/(r_v - q_r/V_m)$ q_r = fluxul radiant de căldură V_m = viteza transferului de masă (M/θ)	Raportul dintre căldura sensibilă și căldura latentă pentru materialul evaporat	Evaporarea în picături
S29	Numărul lui Stark	Sk	$\eta T^3 \cdot L/k \equiv$ Numărul lui Stefan (L = grosimea stratului)		Transferul de căldură prin radiație
S30	Numărul lui Stewart		$\mu_e^2 \cdot H_e^2 \cdot \sigma_e \cdot L/V\rho$ (v. S20)	Numărul lui Hartmann)^2/ numărul lui Reynolds	Magnetodinamica fluidelor
S31	Numărul lui Stokes (2)	St_2	$1{,}042\, m_f g\rho \cdot (1 - \rho/\rho_f) \times \times R^{*3}/\mu^2$ ρ=densitatea, μ=viscozitatea fluidului m_f, ρ_F = masa, densitatea plutitorului R^* = raza tubului/raza plutitorului		Calibrarea rotametrelor
S32	Numărul tensiunii superficiale	T_s	$\mu^2/h^*\sigma\rho$ h^* = suprafața elementului de umplutură/perimetru(L)		Transferul de masă în coloana cu umplutură

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
T1	Număr Taylor (1)	N_{Ta_1}	$\omega_c(R_a)^{1/2}a^{3/2}\rho/\mu$; ($\omega_c$ = viteza unghiulară a cilindrului; R_a = raza medie a spațiului inelar		Stabilitatea modelului de curgere în spațiul inelar cu cilindru care se rotește
T2	Număr Taylor (2)	N_{Ta_2}	$(2\omega L^2\rho/\mu)^2$ (ω = viteza unghiulară$(1/\theta)$; L = înălțimea stratului de fluid)	α(forța Coriolis/(forța viscozității)^2	Efectul de rotație asupra convecției forțate
T3	Modul Thiele	m_T	$(Da\ IV)^{1/2} = Q^{1/2}U^{1/2}L/k^{1/2}t^{1/2}$		Difuziunea în catalizatorii poroși
T4	Număr Thoma	σ_T	$(H_a - H_s - H_v)/H$ (H = înălțimea totală H_a = înălțimea datorată presiunii atmosferice; H_s = înălțimea de sugere H_v = înălțimea datorată presiunii de vapori)	Înălțimea netă de sugere pozitivă / înălțimea totală	Cavitație în pompe
T5	Număr Thomson	N_{Th}	$\theta V/L$; θ = timpul caracteristic (conform N_{Sr})		Curgerea fluidelor
T6	Grupul de radiație Thring		$\rho c_p V/e^*\eta T^3$ (conform număr Boltzmann)	Transportul de căldură de masă / transportul de căldură prin radiație	Radiație
T7	Criteriul Thring-Newby	θ	$[(V_{m_1} + V_{m_0})/V_{m_0}] - (R/L)$; V_{m_0}, V_{m_1} = vitezele de masă ale fluidului în duză și în jurul ei (M/θ); R = raza echivalentă a duzei L = semi-înălțimea cuptorului		Combustie

3.31.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
T8	Număr de rupere		μ_γ/P (conform cu numărul lui Hersey)	Tensiunea de rupere/tensiunea normală	Curgere laminară
T9	Numărul lui Thompson	N_{Th_2}	$\frac{-\Delta t}{\Delta L} L^2 \frac{d\sigma}{dT} \Big/ \mu\alpha$ (conform Numărului lui Marangoni)		Convecție celulară
T10	Coeficientul de tracțiune	T_c	$F_T/\rho V^2 d^2$ F_T = forța de tracțiune (ML/θ^2) V=viteza de avansare d=diametrul vîrfului		Studii de tracțiune cu elice
T11	Coeficientul de cuplu	Q_c	$F'/\rho V^2 d^3$ F' = cuplul elicei (ML^2/θ^2)		Studii de tracțiune cu elice
T12	Grupuri de tranziție	K_p K_Q	$\frac{1}{\left(\frac{\partial p}{\partial L}\right)} \cdot \frac{\partial\left(\frac{\partial p}{\partial L}\right)}{\partial(F16)}$ $\frac{1}{(N_{Re})} \cdot \frac{\partial(N_{Re})}{\partial(F16)}$ $\partial p/\partial L$ = gradientul de presiune în direcția curgerii $\left(\frac{M}{L^2\theta^2}\right)$		Comportarea curgerii tranzitorii
V1	Număr Valensi	V	$\omega L^2\rho/$; ω = frecvența $(1/\theta)$ de oscilație circulară cînd $\mu = 0$		Oscilația picăturilor și bulelor
V2	Număr Vedernikov	V	$\zeta^*\xi^*\overline{V}/(V_w - \overline{V}) \equiv \zeta^*\xi^*(N_{Fr_2})$ (ζ^* = exponentul razei hidraulice în formulă; ξ^* = factorul de formă a secțiunii canalului; V_w = viteza absolută a undei perturbatoare)	Numărul lui Froude generalizat	Instabilitatea curgerii în canale deschise

Nr. crt.	Denumirea	Simbol	Ecuația de definiție	Semnificația	Domeniul de utilizare
V3	Număr de viteză	R_v	= număr magnetic Reynolds		
W1	Număr Weber(1)	N_{We_1}	$V^2\rho L/\sigma = (N_{We_2})^2$	Forța de inerție/forța tensiunii interfaciale	Formarea bulelor etc.
W2	Număr Weber (2)	N_{We_2}	$V(\rho L/\sigma)^{1/2} = (N_{We_1})^{1/2}$		
W3	Număr Weber de rotație	W_e	$L^3N^2\rho/\sigma$(L=diametrul agitatorului		Agitare
W4	Număr Weissenberg	N_{We}	$\omega_3 V/\omega_1 L$ $\omega_3 = \int_0^\infty sG(s)\,ds$; $w_1 = \int_0^\infty G(s)\,ds$, G = modulul de relaxare a viscoelasticității lineare, s = tensiunea elastică recuperabilă	Forța visco-elastică / forța datorită vîscozității	Curgerea vîsco-elastică
W5	Numărul de undă	k	$L\,(\omega_r/2\alpha)^{1/2}$ ω_r = frecvența radială $(1/\theta)$	Transferul de căldură analog grupului R17	Transfer de căldură ciclic
W6	Numărul lui Weber (3)	We_3	$\sigma/\rho_L \cdot g \cdot L^2$ ρ_L = densitatea lichidului L = înălțimea de lichid pe taler	Forța tensiunii superficiale / forță datorată gravitației	Determinarea suprafeței de interfață în instalații de distilare
W7	Numărul lui Weissenberg generalizat	N_1	$\sqrt{I_e}\cdot\theta_n$ (definițiile ca în grupul D17)	Generalizarea grupului W4	Reologie

3.31.2. Tabele pentru identificarea grupurilor adimensionale. Proprietăţi fizice generale

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Coeficientul de dilataţie volumetrică a masei	β	$1/T$	− 1	E 4, E 12, G 2
			+ 1	G 5, K 9, M 14, R 5, R 6
Densitatea	ρ	M/L^3	− 2	M 1
			− 1	A 1, B 1, B 10, C.1, C 2, C 6, D 3, D 13, D 16, E 3, E 9, E 10, E 13, E 14, F 1, F 11, F 16, H 5, H 13, I 1, J 1, K 4, K 10, L 7, L 14, L 15, M 3, M 6, M 14, M 16, N 2, N 3, N 4, P 7, P 9, P 19, R 9, R 10, R 13, R 17, S 4, S 13, S 15, S 22, S 23, S 30, S 31, S 32, T 9, T 10, T 11, W 6.
			− 2/3	C 9, J 3
			− 1/2	E 2, L 11, M 15, O 2, P 13
			+ 1/3	J 3, K 5, S 3
			+ 1/2	D 10, G 3, P 10, P 11, R 4, W 2, W 5
			+ 2/3	F 2, N 8, S 2
			+ 1	A 9, B 1, B 6, B 9, C 5, C 7, D 5, D 7, D 13, E 4, E 6, E 7, E 8, E 16, E 20, E 21, G 9, H 6, H 11, J 1, J 3, J 4, I 1, K 1, L 9, L 17, L 18, L 19, M 14, P 1, P 19, R 5, R 11, R 13, R 18, S 17, S 21, T 1, T 6, T 9, T 12, V 1, W 1, W 3
			+ 2	A 5, C 10, G 1, G 5, G 10, K 9, R 5, R 6, S 31, T 2
Gradientul de densitate	$d\rho/dL$	M/L^4	+ 1	R 13
Coeficientul de variaţie a densităţii cu concentraţia n_A	$\beta_{A'}$	— — —	+ 1	G 8

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Difuzivitatea (moleculară dacă nu este notată altfel)	D, a_m,	L^2/θ	-1	B 5, B 7[4], D 2, D 18, E 17, E 19 H 13[1], K 4[1], K 7[2], L 2, L 7, L 10, N 7, P 2, P 9, P 21[1], S 4, S 23, S 27,
			$-2/3$	J 3
			$-1/2$	A 7, R 20
			$+1$	A 10, F 12[1], K 7[3], K 13, L 2[4], L 9[1], L 18, R 17, S 21, S 25
Difuzivitatea (turbulentă)	E_D, ε_D	L^2/θ	-1	S 23, S 24
			$+1$	L 2, L 17
Difuzivitatea (la suprafață)	D_S	ML/θ^2	$+1$	S 18
Difuziunea internă (tortuozitate)	ζ	—	-1	K 7, K 13
Coeficientul de dispersie (permeabilitate)	D'	L^2/θ	-1	D 16
			$+1$	R 17, R 19
Masa moleculară	M	—	-1	D 14, K 9, S 6
			$+1$	D 14
Permeabilitatea (strat de umplutură)	ξ	L^2	$+1/2$	L 6
Porozitatea	e	—	-1	B 6, M 12
			$-1/2$	L 6
			$+1$	K 7, K 13, L 15

[1] Coeficientul de difuziune potențială în transferul de masă
[2] Coeficientul de difuziune Kundsen
[3] Coeficientul de difuziune binar în masă
[4] Difuzivitate efectivă $(D + \varepsilon_D)$ (transfer molecular + turbulent)

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Greutatea specifică	γ		± 1/3	F 2
Tensiunea superficială	σ	M/θ^2	— 3	C 2
			— 2	C 1
			—1	B 9, C 3, C 13, E 8, L 6, L 14, R 1, S 32, W 1, W 3
			— 1/2	D 10, G 3, O 2, P 13, R 4, W 2,
			+ 1	M 9, S 17, S 18, T 9, W 6
Coeficientul de difuziune termică	D_T	L^2/θ	+ 1	D 18, S 27
Proprietățile electrice și magnetice				
Mobilitatea sarcinii electrice	b'	$Q\theta/M$	— 1	E 18
Densitatea de curent	I	$Q/L^2\theta$	+ 1	K 10
Susceptibilitatea dielectrică	χ	$Q^2\theta^2/L^3M$	+ 1	E 16, S 22
Conductivitatea electrică	σ_e	$Q^2\theta/L^3M$	— 1	E 6, S 22
			+ 1/2	H 2, M 15
			+ 1	B 15, L 11, M 3, M 7, M 14, S 30
Permeabilitatea electrică	ε_e	$Q^2\theta^2/L^3M$	— 1	B 15
			+ 1	E 18
Intensitatea cîmpului	H_e	$Q/L\theta$	— 2	J 4
			— 1	E 15
			+ 1	H 2, L 11, M 15
			+ 2	K 9, M 3, M 6, S 6, S 30

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Permeabilitatea magnetică	μ_e	ML/θ^2	− 1	E 6, E 15, J 4
			+ 1	H 2, M 6, M 7, M 14, M 15, M 16
			+ 3/2	L 11
			+ 2	M 3, S 30
Densitatea spațială de sarcină	Q	Q/L^3	− 1	E 18
Tensiunea	E	$ML/Q\theta^2$	+ 1	E 14, K 10
Conductivitatea termică de turbulență	K_T	$ML/T\theta^3$	− 1	L 17
Difuzivitatea termică de turbulență	ε_T	L^2/θ	− 1	L 17, P 19, P 20
		Proprietăți termice		
Căldura umedă	s	L^2/θ^2T	− 1	P 15
Căldura latentă a schimbărilor de fază	λ, r	L^2/θ^2	− 1	A 3, E 11, E 12, E 13, J 1, M 1, S 28
			+ 1	B 13, C 10, K 8, K 11, N 5
Raportul căldurilor specifice	γ	— — —	± 1/2	L 5
Căldura specifică	C, c_p	L^2/θ^2T	− 1	B 2, B 13, D 3, D 15, D 18, E 1, E 11, J 2, K 8, K 11, L 7, M 10, N 5, R 3, R 17, R 22, S 13
			− 1/3	J 2
			+ 1/2	F 6, F 7, F 8, W 5
			+ 2/3	J 2
			+ 1	A 3, E 4, E 12, G 4, J 1, J 4, L 9, L 17, L 18, P 1, P 8, R 3, R 5, R 6, R 7, R 18, R 22

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Emisivitatea suprafeţei	e^*	— — —	-1	T 6
			$+1$	R 21
Difuzivitatea termică	$\alpha = \frac{k}{\rho c_p}$	L^2/θ	-1	L 9, L 18, P 1, P 12, P 19, R 5, R 18, S 25, T 9
			$+1$	C 13, L 7, L 10, R 17
Conductivitatea termică	K sau λ	$ML/T\theta^3$	-3	M 1
			-2	R 6
			-1	B 4, B 12, C 7, C 9, C 10, D 4, F 17, G 4, K 3, K 14, L 9, L 18, N 6, P 1, P 5, P 8, R 5, R 18, R 21, S 14, S 21, S 25, S 29, T 9
			$-2/3$	J 2
			$-1/2$	T 3, W 5
			$+1$	F 11, L 7, R 1, R 17
Viscozitatea de turbulenţă	ε_M	L^2/θ	$+1$	P 19, P 20, S 23, S 24
Invarianţi ai vitezei de întindere şi tensori turbionari	I_e, I_W	θ^{-2}	$+1/2$	D 17, W 7
Rezistenţa la alunecare dinamică maximă	τ_D	$M/L\theta^2$	$+1$	I 1

Comportarea reologică şi elastică

Modulul de elasticitate	E	ML/θ^2	-1	A 9, C 5, E 4, H 11
			$+1$	C 1, E 13, R 1
			$+3$	A 1

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Viteza de forfecare	$\dot{\gamma}$	$1/\theta$	+ 1	T 8
Coeficientul de rigiditate	μ_p	$M/L\theta$	– 2	H 6
			– 1	B 3, [illegible] 16
Tensiunea de forfecare	τ	$M/L\theta^2$	– 1	E 5
			– 1/2	P 10
			+ 1/2	P 11
			+ 1	A 11
Viscozitatea (viscozitatea cinematică a fost scrisă în toate cazurile ca μ/ρ)	μ	$M/L\theta$	– 2	A 1, A 5, E 16, G 1, G 5, G 10, K 1, K 9, S 17, S 31, T 2
			– 1	A 11, B 6, C 10, D 5, D 7, E 6, E 7, G 9, H 8, I 1, L 1, L 3, M 14 O 1, P 4, P 11, R 5, R 6, R 11, S 9, S 19, T 1, T 9, T 12, V 1
			– 2/3	F 2, K 5, N 8
			– 1/2	H 2
			– 1/3	S 2, S 3
			+ 1/2	E 2
			+ 2/3	C 9, J 2, J 3
			+ 1	B 12, C 3, C 13, E 3, E 5, F 16, M 1, M 14, M 16, O 2, P 8, P 9, P 19, S 4, S 8, S 15, S 22, S 23, T 8, T 12
			+ 2	C 1, S 32
			+ 4	C 2
Viscozitatea (superficială)	μ_s	M/θ	+ 1	S 19

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Tensiunea de curgere	τ_y	$M/L\theta^2$	+ 1	B 3, H 6, P 16
Lungimi, suprafeţe şi volume. Dimensiunile liniare caracteristice				
Dimensiunea caracteristică liniară generală	Diverse	L	− 5	P 7, P 18
			− 3	F 9, L 1, S 31, T 11
			− 2	D 9, D 12, E 3, F 11, F 12, F 16, H 4, H 5, N 2, N 3, N 4, 0 1, R 9, S 8, S 9, S 15, S 22, T 10, W 6
			− 1	A 8, B 1, B 10, E 2, E 5, E 10, E 18 F 1, F 13, G 4, G 8, H 10, H 15, K 6, L 4, P 18, R 6, R 10, R 15, R 16, R 23, S 6, S 19, S 26, S 32, T 5, T 7, T 9, T 12, W 4
			− 1/2	B 11, D 7, F 14, G 9, O 2
			+ 1/2	A 7, G 9, M 15, R 4, T 1, W 2
			+ 1	A 10, A 11, B 3, B 4, B 5, B 7, B 10, B 15, C 7, D 1, D 3, D 5, D 11, D 13, D 16, E 7, E 10, E 14, E 15, E 21, F 1, F 2, F 5, F 15, F 18, F 19, G 3, G 8, G 9, H 2, K 3, K 4, K 6, K 10, K 14, I 1, L 3, L 4, L 9, L 11, L 14, L 19, M 1, M 3, M 7, N 6, N 7, N 8, O 1, P 1, P 2, P 11, P 16, P 17, P 21, R 8, R 10, R 11, R 16, R 19, R 20, R 21, S 2, S 7, S 14, S 16, S 17, S 18, S 26, S 29, S 30, T 3, T 12, W 1, W 5
			+ 2/3	D 3, H 7, T 1
			+ 2	B 9, D 2, D 4, E 8, E 16, F 17, H 6, H 13, K 9, 0 1, P 4, P 5, P 12, P 20, R 18, S 8, S 9, T 9, T 12, V 1
			+ 3	A 5, C 10, G 1, G 5, G 10, K 1, M 14, R 5, S 31,
			+ 4	L 19, T 2
			+ 5	R 6

3.31.2 (continuare)

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Dimensiunea agitatorului etc.	Diverse	L	− 5	P 7, P 17
			− 3	F 9, T 11
			− 2	H 4, T 10
			− 1	A 8, P 17
			+ 1	D 11, F 15, L 19, P 17
			+ 3	W 3
			+ 4	L 19
Grosimea de film	L_f	L	− 1	A 10
			+ 1	N 8
Semiînălțimea cuptorului	L	L	− 1	T 7
Raza Larmor	L_L	L	+ 1	L 4
Drumul liber mediu	λ	L	− 1	S 26
			+ 1	K 6
Dimensiunea particulei	d_e	L	− 2	S 15
			+ 1	F 2, F 19
			+ 3	A 5, G 1
Raza porului sau orificiului	R	L	+ 1	B 7
Lungimea de amestecare (masă)	l_D	L	− 1	S 24
			+ 1	L 17

3.31.2 (continuare)

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Lungimea de amestecare (căldură)	l_T	L	-1	L 17, P 18
Lungimea de amestecare (moment)	l	L	$+1$	P 18, S 24
Grosimea stratului de lichid	L	L	-1	C 13, M 9, T 9
			$+1$	H 2, L 11
			$+2$	M 9, T 9
			$+3$	R 5
			$+4$	T 2
Suprafețe				
Suprafața	A	L^2	-1	D 9, F 6, F 7, F 8
			$+1$	B 2
Suprafața/unitate de volum	S, A^*	L^{-1}	-1	B 6
			$+1$	M 11, M 12
Volume				
Volumul	W, W^*	L^3	$+1$	A 5, H 9, M 11
Timp și frecvențe				
Timpul	θ	θ	-1	D 8, T 12
			$+1$	D 8, D 12, D 17, E 3, F 11, F 16, H 1, H 10, H 14, P 20, S 15, T 5, W 7
Frecvență	f', ω'	$1/\theta$	$+1$	F 18, H 1, H 10, P 21, S 16, V 1
Frecvența radială ($= 2f'\pi$)	ω_r (radiani/timp)	$1/\theta$	$+1/2$	R 17, W 5
			$+1$	F 19, R 17, R 18
			$+2$	R 19

3.31.2 (continuare)

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
				Temperaturi şi concentraţii (Forţe de acţionare) *Concentraţii şi cantităţi corelate*
Concentraţia dimensională	C, c_A	M/L^3	$(n-1)$	H 13 (reacţie de ordinul n)
			-1	D 1, D 2, R 3
			$+1$	B 10
Concentraţia fără dimensiuni (greutate/greutate, etc)	n	—	-1	D 18, P 6, S 27
			$+1$	A 4, D 18, G 10, K 8, R 22, S 27
Fracţia molară	Y, Z	—	± 1	D 14
Conţinutul specific de masă (Masă/unitate de masă)	n^*	—	-1	K 4
Concentraţia superficială	Γ'	M/L^2	± 1	S 18
Capacitatea de vapori (corp poros)	c_b	Lθ^2/M	-1	L 15
			$+1$	B 13, R 2
Viteza de variaţie a potenţialului de masă (masă pe unitate de masă şi timp)	Γ_m	1/θ	$+1$	P 20
Intensitatea expandării vaporilor la încălzire	b_T	M/L^{3}T	$+1$	L 15

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
				Temperaturi, diferențe de temperaturi
Temperatură, diferența de temperatură	T,Δ*T*	T	− 3	R 1[1], T 6[1]
			− 2	F 17[1]
			− 1	A 4, A 6[1], B 12, B 13, B 16[1], C 4[1] C 7, C 10, D 3[1], D 4[1], D 15, D 18[1], E 1, E 16[1] F 17[1], G 2, G 6[1], K 3, K 8, K 9, K 11, K 14[1], N 5, P 5[1], P 12[1], R 14[1], R 22, S 6, T 9
			− 1/2	L 5
			+ 1/2	F 6[1], F 7[1], F 8[1]
			+ 1	B 16, C 4, E 16, G 5, G 6, J 1, J 4, L 15, M 1, M 14, P 6, R 5, R 7, R 14[1], R 21[1], S 28, T 9
			+ 3	R 21[1], S 14[1], S 29[1]
Diferența de temperatură (nedimensională)	ψ	—	+ 1	K 14
Viteza variației de temperatură	Γ	T/θ	+ 1	P 12
				Viteze, viteze de masă, fluxuri, coeficienți de transfer.
Viteza unghiulară (viteza de rotație)	*N*, ω	Viteze 1/θ	− 3	P 7, P 17
			− 2	H 4, L 1
			− 1	A 8, F 9, R 15, R 23
			− 1/2	E 2
			+ 1	H 14, S 8, S 11, S 12, T 1
			+ 2	F 15, T 2, W 3

[1] Temperatură absolută; celelalte sînt diferențe de temperatură.

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Viteza la echilibru a lui A (moleculară)	u_A	L/θ	− 1	K 13
Viteza fluidului	V	L/θ	− 3	H 5, K 19
			− 2	B 16, C 6, C 11, D 13, E 9
				E 10, E 21, F 1, M 6, I 1, L 16, N 2, N 3, N 4, R 7, R 8, R 9, R 10, R 17, T 10, T 11
			− 1	A 2, A 10, B 3, C 12, C 14, D 1, D 3, E 15, F 18, F 19, I 1, H 7, H 8, K 10, L 3, M 3, P 4, P 16, S 13, S 16, S 30, T 12, V 2
			− 1/2	M 15
			+ 1	A 2, A 8, B 6, B 7, B 11, B 14, B 15, C 3, C 12, C 14, D 5, D 7, D 16, E 5, E 7, E 14, E 17, E 18, E 19, F 10, F 14, G 9, H 7, H 10, I 1, K 2, L 5, L 8, M 2, M 4, M 7, P 1, P 2, P 3, P 10, R 4, R 11, R 15, R 23, S 1, S 2, S 3, T 5, T 6, T 12, V 2, W 2, W 4
			+ 2	A 9, B 1, B 12, C 5, C 11, D 15, E 1, E 11, F 13, H 11, P 3, W 1
Circumferința agitatorului	U_s	L/θ	− 2	P 14
			− 1	D 9
Viteza luminii	V_l	L/θ	− 2	B 15
			− 1	E 14, L 8
Viteza sunetului	V_s	L/θ	− 1	B 14, M 2, N 1, S 1
Viteza de undă	V_w	L/θ	− 1	V 2
			+ 1	P 3
			− 1	P 3

3.31.2 (continuare)

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Gradientul de viteză	dv/dL	$1/\theta$	-2	R 13
Viteza undelor Alfven	V_A	L/θ	-1	A 2, K 2, M 4
			$+1$	A 2, N 1
			$+2$	C 11
Viteza suprafeței portante	v_s	L/θ	$+1$	H 8, 0 1, S 9
		Fluxuri de masă		
Viteza de masă	V_m	M/θ	-1	B 2, M 11, T 7
			$+1$	F 6, F 7, F 8, G 4, S 28, T 7
Densitatea fluxului de masă (flux de masă/unitate de suprafață)	G	$M/L^2\theta$	-1	J 2, J 3, P 15, P 21, S 13
			$+1$	K 4, M 11
Fluxul de masă	U	$M/L^3\theta$	$+1/2$	T 3
Unitatea de volum (viteza de reacție)			$+1$	D 1, D 2, D 3, D 4
Constanta vitezei de reacție	K	L/θ	-1	S 5
Constanta vitezei de reacție (de ordinul n)	K_n	$\frac{1}{\theta}\,\frac{L^{3n-3}}{M^{n-1}}$	$+1$	H 13
Debitul volumetric/perimetrul udat	Vf'	L^2/θ	-1	A 10
			$-1/2$	A 7
Viteza volumetrică	V_f	L^3/θ	-1	H 9
			$-1/2$	D 11
			$+1/2$	S 11, S 12
			$+1$	D 9, F 9

3.31.2 (continuare)

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
		Fluxuri de căldură		
Fluxul de căldură (Fluxul termic/unitate de timp)	q	ML^2/θ^3	− 1	S 28
			+ 1	H 5
Fluxul termic/unitate de suprafață	q^*	M/θ^3	+ 1	K 3, R 6
Căldura eliberată/unitate de masă	Q	L^2/θ^2 (H/M)	+ 1	D 3, D 4
Viteza degajării de căldură/unitate de volum (puterea sursei de căldură)	j	$M/L\theta^3$	+ 1	P 5
Căldura de reacție/unitatea de masă de substanță reactantă	Δu	L^2/θ^2	+ 1	R 22
Căldura degajată/unitate de masă de substanță reactantă și unitate de volum	Q''	$1/L\theta^2$	+ 1	F 17
		Coeficienți de transfer		
Coeficientul de transfer de căldură	h	$M/T\theta^3$	+ 1	B 2, B 4, C 9, J 2, K 14, N 6, P 15, S 13
		$(H/L^2T\theta)$	+ 4	M 1
Coeficientul de transfer de masă	k_c	L/θ	+ 1	A 7, B 5, J 3, L 9, N 7, S 5, S 7
		Forță		
Forță (rezistență)	F, F_R	ML/θ^2	− 1/3	S 2
			+ 1/3	K 5
			+ 1	N 2, N 3, N 4, R 9, T 10

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Forţă/unitate de lungime	F_b	M/θ^2	+ 1	H 8, 0 1, S 9
Cuplu de torsiune	F'	ML^2/θ^2	+ 1	T 11
		Coloane de fluid, putere		
Coloană de fluid	H'	L	− 3/4	S 12
			+ 1	E 20, H 4
Coloană (energie pe unitate de masă de fluid = gH')	H	L^2/θ^2	− 1	P 3, T 4
			− 3/4	S 11
			+ 1/4	D 11
			+ 1	P 14, T 4
Puterea	π	ML^2/θ^2 (LF/θ)	+ 1	L 1, P 7, P 17
		Presiuni		
Presiunea	P, p	$M/L\theta^2$	− 1	F 6, F 7, F 8, H 9, L 15, S 8, T 8
			+ 1	B 13, C 6, D 18, L 6, L 16, P 13, R 2
Căderea de presiune	ΔP, dP	$M/L\theta^2$	+ 1	E 9, E 10, F 1, H 9, H 15, K 1, L 3, L 14
			− 1	T 12
Gradientul de presiune	$\Delta P/L$	$M/L^2\theta^2$	+ 1	E 10, F 1, H 15, K 1, P 4, R 10, T 12
		Constante şi diverse cantităţi		
Acceleraţia terestră	g	L/θ^2	− 2	A 1
			− 1	B 1, F 13, F 15, H 15, M 1, S 6 W 6
			− 3/4	S 11
			− 1/2	B 11, F 14, P 13
			− 1/3	C 9, S 3
			+ 1/3	F 2, N 8
			+ 1	A 5, B 9, B 16, C 2, C 10, D 13, E 8, E 20, E 21, G 1, G 5, G 10, H 4, M 14, R 5, R 6, R 8, R 13, S 31

3.31.2 (continuare)

Parametrul	Simbolul	Dimensiunile	Exponentul	Codificarea
Numărul lui Avogadro	N	$1/M$	+ 1	K 9, S 6
Constanta lui Boltzmann	K	ML^2/θ^2T	− 1	K 9, S 6
Coeficientul lui Dufour	β^*	T	+ 1	A 3, A 4, F 3
Energia de activare/unitate de masă	E_a	L^2/θ^2	+ 1	A 6, F 17
Constanta gazelor/unitate de masă	R	L^2/θ^2T	− 1	A 6, F 17
			− 1/2	L 5
			+ 1	D 18
Factorul de formă	ξ^*	— — —	+ 1	V 2
Coeficientul lui Soret	δ	$1/T$	+ 1	F 3, P 6
Constanta lui Stefan-Boltzmann (coeficient de radiație)		$M/T^4\theta^3$	− 1	R 1, T 6
			+ 1	R 21, S 14, S 29
Factorul preexponențial al lui Arrhenius	k_o	M/θ	+ 1	F 17
Permeabilitatea la curgerea tip Knudsen	K_{oA}	L	− 1	K 13
Masă de plutire	m_f	M	+ 1	S 31
Momentul de inerție	I	L^4	− 1	L 19
Panta curbei rotorului	a'	L^2/M	+ 1	L 19
Constanta difuziunii termice	θ	— — —	+ 1	D 18, S 27

3.31.3. Simboluri folosite în tabelele 3.31.1 și 3.31.2

a	lățimea orificiului sau a fontei, L
A	suprafața, L^2
A^*	suprafața de răcire/ unitate de volum, $1/L$
b	lățimea de ungere, L
B	grupurile B 6, B 11
c	căldura specifică, L^2/θ^2T
c_A	concentrația, M/L^3
c_b	capacitatea specifică de vapori, masă/unitate de masă unitate de variație de presiune) $L\theta^2/M$
c_d c_D	grupul D 13
c_f	grupul R 9
c_H	grupul H 4
c_m	capacitatea de masă, L^3/M
c_p c_v	căldura specifică la presiune și volum constant, L^2/θ^2T
c_q	capacitatea termică, L^2/θ^2T
C_Q	grupul F 9
C_s	grupul S 11
C	grupul C 10, concentrație, M/L^3
C_a	grupurile C 11, C 4
d	diametrul, L
d_e	diametrul echivalent (al particulelor etc.), L
d_h	diametrul hidraulic, L
D	difuzivitatea (moleculară, cînd nu este altfel specificată) L^2/θ
D_{AB}	coeficientul binar de difuziune în masă, L^2/θ
D_{KA}	coeficientul de difuziune Knudsen, L^2/θ
e	porozitatea
e^*	emisivitatea suprafeței
E	modulul de elasticitate, $M/L\theta^2$
E_a	energia de activare, L^2/θ^2
E_b	modulul în masă, $M/L\theta^2$
f	frecvența, $1/\theta$ sau grupul F 1
$f(M)$	grupul F 11
F	forța, ML/θ^2
F_b	forța de unitatea de lungime de ungere, M/θ^2
$F(M)$	grupul F 6
F_R	forța de rezistență la curgere, ML/θ^2
g	accelerația gravitației, L/θ^2
G	viteza de masă (densitatea fluxului de masă, coeficientul de transfer de masă), $M/\theta L^2$
h	coeficientul de transfer de căldură, $M/T\theta^3$
h_c	coeficientul de transfer de căldură convectiv, $M/T\theta^3$
H	variația de energie pe unitatea de masă (= gxcoloana) L^2/θ^2
H_e	intensitatea cîmpului, $Q/L\theta$
H'	coloana de fluid, L
H_o	numărul de homocronicitate, H 12
$I(H)$	grupul F 8
j	căldura degajată pe unitate de volum și de timp, $M/L\theta^3$
j_H, j_M	grupurile J 2, J 3.
J	drumul liber mediu/viteza medie, θ sau grupul L 6
K	conductivitatea termică, $ML/T\theta^3$
K_c	coeficientul de transfer de masă, L/θ
K	grupurile K 2, K 10, N 5

K_l	grupul A 4
K_E	grupul E 4
K_F	grupul C 2
K_p	grupul P 13
K_Q	grupul H 5
K_r	grupul E 11
$\bar{K}_g$	grupul A 1
$\bar{K}_E$	grupul E 4
$\bar{K}_r$	grupul E 12
$\bar{K}_{rE}$	grupul E 13
$\bar{K}_s$	grupul R 1
$\bar{K}_\sigma$	grupul C 1
$\bar{K}_{\sigma g}$	grupul C 2
L	dimensiunea caracteristică, L
L_m	distanța de la punctul mediu la suprafață, L
m_T	grupul T 3
M	grupul M 10
M_H	grupul H 2
n	concentrația, greutate/greutate
n^*	conținutul specific de masă, masă/masă
n_m	conținutul de umiditate, greutate/greutate de gaz uscat
N	viteze de rotație, $1/\theta$ și grupurile M 3, N 4
N_{Bo}	grupurile B 7, B 8
N_c	grupul C 5
N_{cv}	grupul C 10
N_D	grupurile D 7, D 14
N_E	grupul E 1
N_F	grupul F 4
N_H	grupurile H 1, H 9
N_K	grupul K 1
N_{Kn_A}	numărul Knudsen pentru difuziune, K 12
N_1	grupul N 2
N_P	grupul P 7
N_{rf}	grupul R 7
N_{S1}	grupul S 8
N_{S2}	grupul S 9
N_T	grupul N 9
P	presiune, $M/L\theta^2$
P	numărul de plasticitate, P 16
P_b	presiunea de ungere, $M/L\theta^2$
P_s	presiunea statică, $M/L\theta^2$
P_v	presiunea de vapori, $M/L\theta^2$
P_σ	presiunea de capilaritate, $M/L\theta^2$
ΔP_F	căderea de presiune prin frecare, $M/L\theta^2$
q	fluxul termic ML^2/θ^3
q^*	densitatea fluxului termic (fluxul termic/unitate de suprafață) M/θ^3
Q	căldura degajată/unitatea de masă, L^2/θ^2
r	căldura latentă a schimbării de fază, L^2/θ^2
r_v	căldura de evaporare, L^2/θ^2

R	raza, L
R_H	raza hidraulică, L
R'_2	grupul R 5
R_M	grupul M 7
R_v	grupul V 3
R	constanta gazelor, L^2/θ^2T
S	căldura specifică a aerului umed, L^2/θ^2T
S	suprafața particulei/volumul particulei, L^2/L^3 și grupul M 6
St	grupul S 14
t	temperatura, T
T	temperatura absolută, T
$\Delta t, \Delta T$	diferența de temperatură, T
U^+	grupul P 10
U	viteza de reacție, $M/L^3\theta$
v_s	viteza suprafeței (solid), L/θ
V	viteza fluidului, L/θ și grupul V 1
V_A	viteza undelor magnetice Alfven, L/θ
V_f	viteza volumetrică, L^3/θ
V_1	viteza luminii, L/θ
V_m	viteza de masă, M/θ
V_s	viteza sunetului, L/θ
w	viteza periferică, L/θ
W	volumul sistemului, L^3
W^*	volumul brut, L^3
x	lungimea de intrare; distanța de la intrare, L
y^+	grupul P 11
z	grupul O 2
α	difuzivitatea termică (conductivitate termică), L^2/θ
β	coeficientul de dilatație volumetrică, 1/T, și grupul D 12
β^*	coeficientul Dufour, T
γ	greutatea specifică și grupul R 3
$\dot{\gamma}$	viteza de forfecare, $1/\theta$
Γ	viteza de modificare a temperaturii mediului, T/θ
δ	coeficientul Soret sau coeficientul de gradient termic, 1/T și grupul D 11
Δ	diferența de cantitate
ε	înălțimea de rugozitate, L și grupul A 3
ε_D	coeficientul de difuziune turbulentă, L^2/θ
ζ	difuzivitatea în cazul sinuozităților
η	coeficientul de radiație (coeficient Stefan-Boltzmann) $M/T^4\theta^3$
θ	timpul, θ
θ_r	timpul de relaxare, θ
λ	drumul liber mediu, L
μ	viscozitatea dinamică, $M/L\theta$
μ_e	permeabilitate magnetică, ML/Q^2
μ_p	coeficientul de rigiditate, $M/L\theta$
ξ	permeabilitatea, L^2
π	3,1416...
π	puterea agitatorului, ML^2/θ^3
ρ	densitatea, M/L^3

ρ_n	grupul P 3
σ	tensiunea superficială, M/θ^2 şi grupul S 12
σ_c	grupul C 6
σ_e	conductivitatea electrică, $Q^2\theta/L^3M$
σ_t	grupul T 4
τ	grupul T 8
τ_w	tensiunea de forfecare la perete, $M/L\theta^2$
τ_y	tensiunea de curgere, $M/L\theta^2$
φ	grupul D 9
ψ	grupurile N 8, P 14, R 10
ω	viteza unghiulară (a fluidului, dacă nu există o astfel de notaţie) $1/\theta$
Ω	potenţialul de transfer de masă (concentraţie), M/L^3
—	barat valoare medie.

4. CONSTANTE FIZICO-CHIMICE ȘI DATE GENERALE (GEOGRAFICE, GEOFIZICE ȘI ASTRONOMICE)

Cuprins

4.1. Constante fizice și fizico-chimice 349
  4.1.1. Valorile constantelor definite 350
  4.1.2. Valorile constantelor fundamentale 351
  4.1.3. Valorile constantelor derivate 351
  4.1.4. Constante fizico-chimice importante în unități de măsură străine 352
  4.1.5. Constante fizice generale 353
  4.1.6. Constantele electromagnetice ale vidului 355
4.2. Constantele fizico-chimice ale electronului solvatat 356
4.3. Particule elementare 357
  4.3.1. Caracteristicile particulelor elementare 366
  4.3.2. Momente magnetice ale particulelor elementare 368
  4.3.3. Particule cu interacțiune tare și rezonanțe 369
4.4. Date geografice importante 370
4.5. Constante fizice ale pămîntului 371
4.6. Presiunea, densitatea și temperatura în atmosfera standard 371
4.7. Variația proprietăților în interiorul pămîntului 372
4.8. Valorile accelerației terestre 372
4.9. Constanta universală a gravitației 373
4.10. Atmosfera planetelor 373
4.11. Date astronomice 375

4. CONSTANTE FIZICO-CHIMICE ȘI DATE GENERALE (GEOGRAFICE, GEOFIZICE ȘI ASTRONOMICE)

4.1. CONSTANTE FIZICE ȘI FIZICO-CHIMICE

Fizica, chimia fizică, fizica chimică și chimia modernă se bazează pe existența unor *mărimi constante*, deci cu valori invariabile; aceste valori se modifică cel mult în urma schimbării definirii unităților de măsură. Constantele pot să aibă dimensiuni sau pot fi adimensionale (v. 3.31). Este suficient să se remarce importanța pe care o are în chimie numărul lui Avogadro (tabelul 4.2) sau în fizică, viteza luminei, constanta lui Planck, sarcina electronului etc. (v. 3.13 și tabelul 4.1.2). Pe de altă parte trebuie să se rețină faptul important că precizia măsurătorilor actuale crește foarte mult și se poate afirma că fiecare nouă măsurătoare aduce o nouă precizare în valorile acestor constante; astfel, valoarea determinată a vitezei luminei (c) s-a modificat relativ mult în ultimii o sută de ani, ajungîndu-se astăzi la precizia de $\pm\ 2.10^4$ cm s^{-1} (tabelul 4.1.2). Invarianța acestor mărimi, constituie un aspect esențial al cunoașterii moderne a universului din punct de vedere al fizicei; valorile acestor constante au fost determinate prin metode diferite, directe și indirecte și concordanța rezultatelor reprezintă un argument al teoriilor respective.

Dificultățile experimentale de determinare exactă a constantelor sînt numeroase și importante; în general, măsurătorile cu o precizie de părți de milion sînt greu de realizat. Este suficient să se reamintească metodele de determinare a sarcinii electronului. Millikan, în anul 1912, a determinat această constantă cu o precizie de parte la cîteva mii, dar în cazul determinărilor celor mai exacte cunoscute, precizia de o parte la o sută de mii, a fost obținută prin combinarea diferitelor date ca valoarea constantelor: structura fină Sommerfeld, raportul giromagnetic al protonului, constanta lui Faraday, momentul magnetic al protonului, magnetonul lui Bohr. Se observă că trecerea la o precizie cu un ordin de mărime mai mare necesită un număr divers de măsurători, care influențează pozitiv sau negativ asupra erorii finale. Numai constanta universală de gravitație, G, este determinată independent de alte constante și din această cauză precizia este de cîteva ordine mai mici decît în cazul constantelor atomice (v. 4.9). Pe măsura dezvoltării cunoștințelor noastre și în același timp a perfecționării tehnicii măsurătorilor, se stabilesc noi relații între constantele principale ale fizicei și chimiei, care, ar permite o analogie dintre ansamblul de constante și o rețea, cu mai multe dimensiuni, de resorturi elastice; lungimea unui resort reprezintă valoarea măsurată a fiecărei relații, întinderea resortului corespunde intervalului de încredere a acestei măsurători, iar problema esențială constă în determinarea coordonatelor fiecărui nod al rețelei, care corespunde unei constante. Analogia are avantajul interpretării influenței importante a exactității determinărilor unei constante asupra valorii altei constante din rețea. În mod obișnuit pentru determinarea valorilor celor mai posibile se aplică calculul statistic cu metoda celor mai mici pătrate care corespunde minimului de energie a rețelei de constante (v. cap. 2)

Tabelele 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 conțin valorile celor mai importante constante care intră în calculele chimice și fizice și a domeniilor lor înrudite. Constantele au fost clasificate în trei categorii:

a) *valorile constantelor definite* sînt conţinute în tabelul 3.1.1, la care trebuie adăugate definiţiile metrului, kilogramului şi ale secundei, unităţile fundamentale din sistemul SI, respectiv definiţia centimetrului, gramului şi a secundei, unităţile fundamentale din sistemul CGS (v. 3.2.3).

b) *valorile constantelor fundamentale* sînt conţinute în tabelul 4.1.2.

c) *valorile constantelor derivate* sînt conţinute în tabelul 4.1.3.

Toate tabelele conţin valorile admise actualmente (din anul 1964) pentru constantele exprimate în sistemul CGS (utilizat cel mai des în chimie şi fizică) şi sistemul SI, precum şi valorile admise pînă în anul 1964, pentru a face eventuale transformări.

Valorile conţinute în tabel conţin şi intervalul de încredere al rezultatului determinărilor experimentale (v. 2.31).

În tabelul 4.1.4 sînt trecute cîteva valori în unităţi străine pentru acceleraţia terestră (valoarea aproximativă) volumul molar la o atmosferă pentru gazul perfect şi constanta gazului perfect; aceste valori sînt des utilizate.

Tabelul 4.1.5 conţine constantele fizice generale, constantele atomice, constantele de radiaţie, diverse constante şi factori de transformare utilizaţi des în fizica atomică şi chimia fizică.

4.1.1. Valorile constantelor definite[1]

Constanta	Simbolul	Valoarea definită exact în anul 1968	Valoarea admisă în anul 1952
Unitatea unificată de masă atomică	u (uma)	$\frac{1}{12}$ din masa atomului ^{12}C $(1,66043 \pm 0,00007) \cdot 10^{-24}$ g · ·$(10^{-27}$kg)	
Mol	mol	Cantitatea de substanţă cu o anumită formulă chimică care conţine un număr egal de unităţi formulare (atomi, molecule, ioni, electroni, sau alte mărimi) cu numărul de atomi din exact 12 g de nuclid pur ^{12}C.	
Acceleraţia standard a gravitaţiei (normală) la 45° latitudine şi nivelul mării	g, g_n	$980,665 \text{ cm} \cdot s^{-2} = 9,80665 \text{ m} \cdot s^{-2}$	Identică
Atmosfera normală	atm(At)	$1,013250 \text{ dyn} \cdot cm^{-2} = 101325 N \cdot m^{-2}$	Identică
Temperatura absolută a punctului triplu al apei [2]	T_{t0}	273,16°K	273,17°K
Caloria termochimică	cal	4,184 J	4 ,1840 J
Caloria internaţională	cal I T	4 ,1868 J	4 18674 J
Inch (S.U.A.)	in	2,54 cm = 0,0254 m	2,54000508 cm
Pound(av)	lb	453,59737 g = 0,45359237 kg	453,5924277 g
Litrul	l	$1000 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$	$1000,028 \pm 0,004 \text{ cm}^3$
Angström [3]	Å	1 : 6438,4696 λ roşu Cd (≈ 10^{-8} cm)	

[1] Pentru metru, kilogram, secundă v. 3.2.2.

[2] Temperatura punctului triplu (temperatura de cristalizare) = 0,0100 ± 0,0001°K (se referă la echilibrul $H_2O(s) \rightleftarrows H_2O(l)$ saturat cu aer la 1 atm).

[3] 1000 U.X. (unităţi $\overline{X}$) = 1,002063 ± 0,000006 Å (v. tabelul 4.1.5)

4.1.2. Valorile constantelor fundamentale

Constanta	Simbolul	Valoarea admisă în anul 1968	Valoarea admisă în anul 1952
Viteza luminii în vid	c	$(2{,}997925 \pm 0{,}000002)10^{10}$ cm · s^{-1} (10^8m · s^{-1})	$2{,}997902 \pm 0{,}000013 \cdot 10^{10}$ cm · s^{-1}
Numărul lui Avogadro[1]	N	$(6{,}02252 \pm 0{,}00028) \cdot 10^{23}$ mol^{-1} (10^{26} kmol^{-1})	$(6{,}02380 \pm 0{,}00016) \cdot 10^{23}$ mol^{-1}
Constanta lui Faraday	F	$96{,}487{,}3 \pm 1{,}6$ C · val^{-1} $9{,}64873 \pm 0{,}00016$ u.e.m · mol^{-1}	$96 \cdot 493{,}1 \pm 1{,}0$
Constanta Planck	h	$(6{,}6256 \pm 0{,}0005) \cdot 10^{-27}$ erg · s (10^{-34} J · s)	$(6{,}62377 \pm 0{,}00027) \cdot 10^{-27}$ erg · s
Produsul presiune × volum pentru 1 mol gaz la 0°C și presiunea zero (gaz perfect)	$(pV)_{0°C}^{p=0}$	$2271{,}06 \pm 0{,}12$ J · mol^{-1} $22413{,}6 \pm 1{,}2$ cm^3 · atm · mol^{-1}	$2271{,}16 \pm 0{,}04$ $22414{,}6 \pm 0{,}4$

[1] Numărul Loschmidt $n_0 = \frac{N}{V_m} = (2{,}68702 \pm 0{,}00008) \cdot 10^{19}$ cm^{-3}

4.1.3. Valorile constantelor derivate

Constanta	Simbolul	Valoarea admisă în anul 1968	Valoarea admisă în anul 1952
Sarcina elementară	$e = \frac{F}{N}$	$(4{,}80298 \pm 0{,}00020) \cdot$ $\cdot 10^{-10}$ cm$^{\frac{3}{2}}$ g$^{\frac{1}{2}}$ s (u.e.s.) $(1{,}60210 \pm 0{,}00007) \cdot 10^{-19}$ C	$(4{,}802232 \pm 0{,}000110) \cdot$ 10^{-10}
Constanta gazului perfect	$R = \frac{(pv)_{0°C}^{p=0}}{T_0°C}$	$(8{,}31433 \pm 0{,}00044)$ J·°K^{-1}·mol^{-1} $(1{,}98717 \pm 0{,}00011)$ cal · °K^{-1} · · mol^{-1}	$(8{,}31439 \pm 0{,}00034)$ $1{,}98719 \pm 0{,}00008$
Constanta Boltzmann	$k = \frac{R}{N}$	$(1{,}38054 \pm 0{,}00009) \cdot 10^{-16}$ erg · °K^{-1} $(1{,}38054 \pm 0{,}00009) \cdot 10^{-23}$ J · °K^{-1}	$(1{,}380257 \pm 0{,}000067) \cdot$ $\cdot 10^{-16}$
Constanta lui Einstein (din ecuația $E = mc^2$)	$c^2 = Y$	$(8{,}987554 \pm 0{,}000018) \cdot 10^{13}$ J · · g^{-1} (10^{16} J · kg^{-1}) $(2{,}148076 \pm 0{,}000004) \cdot 10^{13}$ cal · · g^{-1}	$(8{,}9874156 \pm 0{,}000081) \cdot$ $\cdot 10^{13}$ $(2{,}148044 \pm 0{,}000019) \cdot$ $\cdot 10^{13}$
Constanta din relația număr de undă-energie $E = Nhc\bar{\nu}$)	$Z = Nhc$	$(11{,}96255 \pm 0{,}00038)$ J·cm·mol^{-1} (10^{-2} J · m · mol^{-1}) $(2{,}85912 \pm 0{,}00009)$cal·cm·mol^{-1}	$(11{,}96171 \pm 0{,}00026)$ $(2{,}858917 \pm 0{,}000062)$

4.1.4. Constante fizico-chimice importante în unitățile de măsură străine

Accelerația terestră (*g*)

$$g = 981 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} = 1{,}271 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{h}^2} = 32{,}18 \frac{\text{ft}}{\text{s}^2} = 4{,}17 \cdot 10^8 \frac{\text{ft}}{\text{h}^2}$$

Volumul molar la 1 atm (gaz perfect)

mol	temperatura (T)	volumul (V_m)
lb mol	°C	359 cu ft
	60°F	379 cu ft
mol	0°C	22,4 l

Constanta gazului perfect R ($pV = nRT$)

n	V	T	p	R
lb · mol	cuft	°R	lb/sq in	10,73
			lb/sq ft	1545,12
			atm	0,7302
		°K	lb/sq in	19,314
			at	1,314
mol	cm^3	°K	atm	82,05
			bar	83,12
	l	°K	atm	0,08205
			mm Hg	62,36
kmol	l	°K	atm	82,05
	m^3	°K	bar	0,0831

4.1.5. Constante fizice generale

Constanta	Simbolul	Valoarea admisă în anul 1968
	Constante atomice	
Masa electronului în repaus	m	$(9{,}10904 \pm 0{,}000134) \cdot 10^{-28}$ g · (10^{-31} kg)
Masa atomică a electronilor	Nm	$(5{,}48598 \pm 0{,}000019) \cdot 10^{-4}$ uma
Masa atomică a protonilor	Nm_p	$(1{,}00727663 \pm 0{,}00000008)$ uma
Masa atomică a hidrogenului	H	$(1{,}00782522 \pm 0{,}00000008)$ uma
Sarcina specifică a eletronului	$\frac{e}{m}$	$(5{,}272741 \pm 0{,}000015) \cdot 10^{17}$ u.e.s. · g^{-1} = $(1{,}758796 \pm 0{,}000019) \cdot 10^{11}$ C · kg^{-1} = $(1{,}758796 \pm 0{,}000005) \cdot 10^{7}$ u.e.m. · $^{-1}$
Raza clasică a electronului	$r_0 = \frac{e^2}{mc^2}$	$(2{,}81776 \pm 0{,}00004) \cdot 10^{-13}$ cm (10^{-15} m)
Prima rază Bohr	$a_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 me^2}$	$(5{,}291659 \pm 0{,}000026) \cdot 10^{-9}$ cm (10^{-11} m)
Constanta Rydberg (pentru masa infinită)	R_∞	$(1{,}09737309 \pm 0{,}00000012) \cdot 10^{5}$ cm^{-1} ($10^{7} m^{-1}$)
Constanta Rydberg pentru hidrogen	R_H	$(1{,}09677576 \pm 0{,}00000012) \cdot 10^{5}$ cm^{-1} ($10^{7} m^{-1}$)
Constanta de structură fină	$\alpha = \frac{2\pi e^2}{hc}$	$(7{,}29720 \pm 0{,}00003) \cdot 10^{-3}$
α^{-1}	α^{-1}	$(1{,}370389 \pm 0{,}000006) \cdot 10^{2}$ (v. 4.3)
Constanta $\frac{h}{e}$ (cuanta de flux magnetic)	$\frac{h}{e}$ respectiv $\frac{hc}{e}$	$(1{,}379469 \pm 0{,}000013) \cdot 10^{-17}$ erg · s $(u.e.s.)^{-1}$ respectiv $(4{,}13556 \pm 0{,}000012) \cdot 10^{-11}$ Wb
Magnetonul lui Bohr	$\mu_B = \frac{eh}{4\pi mc}$	$(9{,}27314 \pm 0{,}00021) \cdot 10^{-21}$ erg · G^{-1} (10^{-24} J · T^{-1})($10^{-24} m^2A$)
Constanta de deplasare Zeeman	$\frac{\mu}{hc}$	$(4{,}668583 \pm 0{,}000013) \cdot 10^{-5}$ $cm^{-1} \cdot G^{-1}$
Momentul magnetic al electronului	μ_e	$(9{,}28389) \pm 0{,}00021) \cdot 10^{-21}$ erg · G^{-1} · · (10^{-24} J · T^{-1})
Corecţia pentru momentul anormal al electronului	$\left(\frac{\mu_e}{\mu_0} - 1\right)$	$(1{,}159615 \pm 0{,}000005) \cdot 10^{-3}$

Constanta	Simbolul	Valoarea admisă în anul 1968
Magneton nuclear	μ_n	$(5{,}05048 \pm 0{,}00011) \cdot 10^{-24}$ erg $\cdot$ G^{-1} $(10^{-27}$ J $\cdot$ $T^{-1})$
Raportul giromagnetic al protonului în proba sferică de H_2O	γ'	$(2{,}675118 \pm 0{,}000007)10^4$ rad $\cdot$ $s^{-1} \cdot G^{-1}$ 10^8 rad $\cdot$ $s^{-1} \cdot T^{-1})$
Raportul giromagnetic al protonului cu corecția de diamagnetism	γ	$(2{,}675192 \pm 0{,}000007) \cdot 10^4$ rad $\cdot$ $s^{-1} \cdot G^{-1}$. $\cdot$ $(10^8$ rad $\cdot$ $s^{-1} \cdot T^{-1})$
	Constante de radiație	
Constanta Stefan-Boltzmann	$\sigma = \dfrac{2\pi^5 R}{15c^2h^3N^4}$	$(5{,}6697 \pm 0{,}0009) \cdot 10^{-5}$ erg $\cdot$ $\mathrm{cm}^{-20} \cdot \mathrm{K}^{-4}$. $\cdot$ $s^{-1} \cdot (10^{-8}$ W $\cdot$ $m^{-2} \cdot {}^\circ K^{-4})$
Constanta Wien	$\lambda_{max}T$	$(0{,}289779 \pm 0{,}000012)$cm $\cdot$ °K $\cdot$ $(10^{-2}$m $\cdot$ °K)
Constanta de radiație c_1	$c_1 = 2\pi hc^2$	$(3{,}7415 \pm 0{,}0003) \cdot 10^{-5}$ erg $\cdot$ $\mathrm{cm}^2 \cdot s^{-1}$. $\cdot$ $(10^{-16}$ W $\cdot$ $m^2)$
Constanta de radiație c_2	$c_2 = \dfrac{hc}{k}$	$(1{,}43879 \pm 0{,}00009)$cm $\cdot$ °K $(10^{-2}$ m $\cdot$ °K)
	Diverse constante și factori de transformare	
Constanta $\dfrac{h}{k}$	$\dfrac{h}{k}$	$(4{,}79928 \pm 0{,}0002) \cdot 10^{-11}$ s $\cdot$ grd
Constanta $\left(\dfrac{3k}{N}\right)^{1/2}$ din constanta Curie	$\sqrt{\dfrac{3k}{N}}$	$(2{,}62235 \pm 0{,}00007) \cdot 10^{-21}$ (erg $\cdot$ mol $\cdot$ $\cdot$ $\mathrm{grd}^{-1})^{1/2}$
Frecvența asociată la 1 eV	ν_0	$(2{,}418061 \pm 0{,}000022) \cdot 10^{14} s^{-1} \cdot (\mathrm{eV})^{-1}$ (v . 3. 15)
Lungimea de undă asociată la 1 eV	λ_0	$(1{,}239805 \pm 0{,}000012) \cdot 10^{-4}$ cm $\cdot$ eV (v. 3.15)
Numărul de undă asociat la 1 eV	$\dfrac{1}{\lambda_0} = \bar{\nu}_0$	$(8{,}06579 \pm 0{,}00008) \cdot 10^3 \mathrm{cm}^{-1} \cdot (\mathrm{eV})^{-1}$ (v. 3.15)
Energia asociată la 1 eV	eV	$(1{,}602095 \pm 0{,}000022) \cdot 10^{-12}$erg $\cdot$ $(\mathrm{eV})^{-1}$ $(10^{-19}$J $\cdot$ $(\mathrm{eV})^{-1})$ $23060{,}9 \pm 0{,}4$ cal $\cdot$ mol^{-1} (v. 3.15)
Temperatura corespunzătoare la 1 eV	$T = \dfrac{\mathrm{eV}}{k}$	$(1{,}16049 \pm 0{,}00005) \cdot 10^4$ grd $\cdot$ $(\mathrm{eV})^{-1}$ (v. 3.15)

4.1.5 (continuare)

Constanta	Simbolul	Valoarea admisă în anul 1968
Factorul de transformare masă atomică→energie (eV)	E_0	$(9{,}31476 \pm 0{,}00004) \cdot 10^8$ (eV) · uma
Factorul de transformare masă (g) în energie (eV)	E_g	$(5{,}60988 \pm 0{,}00008) \cdot 10^{32}$ (eV) · g^{-1}
Energia echivalentă la masa electronului m	E_g	$(5{,}110058 \pm 0{,}000014) \cdot 10^5$(eV) · m^{-1}
Energia echivalentă la masa protonului m_p	E_g	$(9{,}38254 \pm 0{,}00004) \cdot 10^8$(eV) · m_p^{-1}
Factorul de transformare, unităţi X (Siegbahn în mÅ)	$\Delta = \frac{\lambda g}{\lambda \rho}$	$1{,}002063 \pm 0{,}000006$
Constanta Compton pentru electron	$\lambda_{Ce} = \frac{h}{mc}$	$(2{,}426206 \pm 0{,}000022) \cdot 10^{-10}$ cm$(10^{-12}$m)
Constanta Compton pentru proton	$\lambda_{Cp} = \left(\frac{m}{m_p}\right)\lambda_{Ce}$	$(1{,}321397 \pm 0{,}000013) \cdot 10^{-13}$ cm $(10^{-15}$m)

4.1.6. Constantele electromagnetice ale vidului

Interpretarea fenomenelor electromagnetice prin cîmpul electric şi magnetic conduce la utilizarea a patru mărimi caracteristice ale vidului:

— permitivitatea absolută ε_a, asociată cîmpului electrostatic;

— permeabilitatea absolută μ_a, asociată cîmpului magnetostatic;

— viteza undei electromagnetice în mediu, deci asociată cu variaţia cîmpului electric şi magnetic, determinată de ecuaţia:

$$v^2 = \frac{1}{\mu_a \varepsilon_a}$$

Pentru viteza undei electromagnetice în vid:

$$c^2 = \frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0}$$

— impedanţa caracteristică a mediului Z_a, care este definită de ecuaţia:

$$Z_a^2 = \frac{\mu_a}{\varepsilon_a} \left(\text{pentru vid } Z_0^2 = \frac{\mu_0}{\varepsilon_0}\right)$$

care are semnificaţia unei rezistivităţi de suprafaţă (un material în formă de folie cu o valoare a rezistivităţii de suprafaţă egală cu z_0 în vid, absoarbe undele electromagnetice, fără reflexie).

Valorile acestor patru mărimi pentru vid corespund unor constante universale.

Tabelul 4.1.6 conţine valorile acestor constante în unităţi SI; pentru valorile permitivităţii şi permeabilităţii vidului v. tabelul 3.12.1.

Permitivitatea vidului (numeric)	$\varepsilon^0 = \mu_0^{1} \cdot c^{-2}$	$\frac{10^{11}}{4\pi c^2}$ $(J^{-1} \cdot C^2 \cdot m^{-1})$
Permeabilitatea vidului (numeric)	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ $(J \cdot s^2 \cdot C^{-2} \cdot m^{-1})$
Viteza luminii în vid	c	$2{,}997925 \cdot 10^8$ $m \cdot s^{-1}$
Impedanța caracteristică	Z_0	376,731 Ω

4.2. CONSTANTELE FIZICO-CHIMICE ALE ELECTRONULUI SOLVATAT

În ultimii ani s-a dovedit existența în dizolvanți polari, apă, alcooli, a electronului ca cel mai simplu ion posibil sub formă solvatată, respectiv hidratată. Metodele principale de obținere a electronului hidratat (e_{aq}^-) se bazează pe:

— fotoionizarea ionilor reducători (simpli sau complecși);

$$X_{aq}^{z+} \xrightarrow{h\nu} X_{aq}^{z+1} + e_{aq}^-$$

— radioliza apei: $H_2O(l)$m $N \rightarrow H^+{}_{aq} + \cdot OH + e^-{}_{aq}$ cu un randament de radioliză $Ge_{\overline{aq}} \simeq$ $\simeq 2{,}5 + 0{,}1$ pentru 100 eV absorbit (apă neutră);

— reacția atomilor de hidrogen cu ioni de hidroxil (în mediu bazic):

$$H\cdot + OH^-(aq) \rightarrow H_2O + e_{aq}^-$$

Reactivitatea electronului solvatat are două aspecte: comportarea de radical și de adiție la molecule sau ioni cu o afinitate de electroni ridicată sau care se descompun în particule cu afinitate de electron mare. Astfel, electronul solvatat se comportă ca cel mai simplu agent nucleofil și reductor.

Tabelul conține datele fizicochimice exacte sau aproximative determinate experimental și datele calculate pentru electronul hidratat. Datele sînt provizorii în cea mai mare parte și cu toate că rămîn nenumărate probleme nerezolvate, electronul solvatat trebuie considerat ca o entitate chimică importantă (v. vol. II).

Proprietatea	Valoarea
Sarcina electrică	— 1 în apă și alcool
Spectrul	Spectru continuu, semilățime 0,9—1,5 eV cu λ_{max}(maxim de absorbție) = 7 200 Å (1,72 eV) pentru e_{aq}^-; se deplasează către albastru la o creștere a temperaturii, absorbtivitatea molară 15800 $l \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$ cu o tărie a oscilatorului 0,6—0,9 (calculat 1,1)
Raza cavității	calculat ≈ 0
Raza medie calculată a sarcinii electrice	2,5—3,0 Å (pentru starea fundamentală 1 s). 4,9 Å (pentru prima stare excitată 2 p)
Energia de excitare	1,35 eV (calculat)

4.2 (continuare)

Proprietatea	Valoarea
Semnalul rezonanței electronice de spin	Singlet net, în general la 2,003 *Gs*
Coeficientul de difuziune (20°C) în apă	$4{,}5 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{s}^{-1}$
Viața medie (față de reacția $e^-_{aq} + H_2O \rightarrow$ $\rightarrow H + OH^-$)	$t_{1/2} \geqslant 800$ μs
Viața medie în apa neutră ($H_3O^+ \simeq 10^{-7}$ M)	$t_{1/2} = 300$ μs
Perioada de relaxare a atmosferei ionice	$3 \cdot 10^{-9}$ s pentru e^-_{aq} la tăria ionică $I = 0{,}237$ (v. vol. II)
Conductanța echivalentă	$170\,\Omega^{-1} \cdot \mathrm{cm}^2$ în apă
Potențialul standard de electrod	$< 2{,}67$ V
pK_a pentru reacția $H \rightleftharpoons e^-_{aq} + H^+_{aq}$	$< 9{,}7$
Variația entalpiei libere standard pentru reacția $e^-_{aq} + H_2O = H + HO^-$	$\Delta G° = +\,8{,}4$ kcal · mol^{-1}
Variația entalpiei libere standard pentru reacția $e^-_{aq} + H^+_{aq} \rightarrow \frac{1}{2} H_2$	$\Delta G° = -\,61{,}8$ kcal · mol^{-1}
Entalpia liberă de dizolvare (de la electroni gaz)	$\Delta G_s = -\,39{,}7$ kcal · mol^{-1}
Entalpia de dizolvare (de la electroni gaz)	$\Delta H_s \leqslant -\,39{,}7$ kcal · mol^{-1}

4.3. PARTICULE ELEMENTARE

Cunoștințele în domeniul particulelor elementare s-au dezvoltat foarte mult în ultimii douăzeci de ani, constituind azi fizica particulelor elementare. Noile cercetări în fizica energiilor înalte au condus la descoperirea unui număr mare de particule noi, astfel încît se poate pune justificat întrebarea dacă toate aceste particule sînt elementare. Faptul că energia și masa se pot transforma una în alta, arată că nu toate aceste particule sînt particule constitutive ale materiei și ele apar numai ca urmare a interacțiunilor între anumite tipuri de particule elementare. Toate particulele cunoscute pot fi dispuse în grupe de o anumită simetrie, ca entități subnucleare denumite „quarks".

Fizica fundamentală teoretică era bazată în trecut pe ideea că prin cunoașterea particulelor componente se poate obține o teorie completă a fenomenelor și a sistemelor în ansamblu.

Această idee a condus la rezultate deosebit de importante, constituind fizica teoretică clasică: particulele elementare pînă la 1930 au fost limitate la proton, electron, foton dar structura nucleului atomic era o problemă încă neatacată. Forțele dintre particulele elementare erau considerate de natură coulombiană, care variază invers proporțional cu pătratul distanței și este determinată de mărimea $2\pi e^2/hc \approx \frac{1}{137}$, aproximativ egală cu constanta de structură fină (v. 4.1), şi de natură gravitaţională, de mare distanţă, determinate de o mărime egală cu aproximativ 10^{-36}, ceea ce explică rolul neglijabil jucat de gravitate în fenomenele nucleare şi chimice. Structura nucleară este explicată prin forţe de o natură diferită, care acţionează la distanţe mici, de ordinul 10^{-12} cm; forţele coulombiene între protoni la aceste distanţe, forţe de respingere în acest caz, sînt de 10^8 ori mai intense decît forţele de atracţie dintre nucleu şi electronii atomului, ceea ce nu poate explica stabilitatea nucleară şi deci a condus la studiul forţelor nucleare, după 1932. Scopul principal al fizicii teoretice din acest moment a fost constituit din studiul forţelor nucleare şi al particulelor asociate.

Singurul mod de a studia experimental aceste obiective ale fizicei teoretice corespunde studiului ciocnirii între particulele constitutive ale nucleului (nucleoni) prin acceleratorii de protoni.

Durata unor asemenea interacţiuni este de ordinul 10^{-23} s, necesară vitezei luminii să parcurgă raza particulelor nucleare (10^{-13} cm : 10^{+10} cm · s^{-1}).

Prin particule elementare se înţeleg particule subatomice constitutive ale materiei, ireductibile la sisteme de astfel de particule în interacţiune; legile acestor particule au un caracter relativist.

Particulele elementare se pot forma unele din altele, (generare respectiv dispariţie şi anihilare de particule).

Trebuie să se remarce că în cea mai mare parte particulele elementare sînt instabile, suferind spontan transformări care conduc la particule elementare stabile.

Din punctul de vedere al mecanicei analitice o particulă elementară este complet reprezentată prin coordonatele de poziţie, prin impuls şi prin spin, în general, prin coordonatele q_i: sistemul constituit din particule elementare este definit prin funcţia de undă $\psi(q_1, q_2, \ldots, q_n)$ în care $q_1 \ldots q_n$, corespund la toate coordonatele particulelor. Pentru ca o permutare oarecare a variabilelor q_i să nu modifice rezultatele obţinute cu ajutorul funcţiei ψ, particulele fiind considerate indescernabile, funcţia de undă ψ, trebuie sau să-şi schimbe semnul (funcţie antisimetrică) sau să rămînă neschimbată (funcţie simetrică) la schimbarea coordonatelor q_i.

Particulele descrise cu ajutorul unei funcţii simetrice se supun statisticii Bose-Einstein şi se numesc *bosoni*, iar cele care corespund funcţiilor antisimetrice aparţin statisticii Fermi-Dirac, şi se numesc fermioni.

În unităţi $h/2\pi$, numărul de spin are valori zero sau $\frac{1}{2}$, iar fotonul are spinul egal cu unitatea; bosonii au spinul întreg sau egal cu zero, iar fermionii au ca spin un număr semiîntreg.

Fermionii nu pot să se găsească într-un sistem decît în stări diferite, cel puţin printr-o valoare diferită a unei caracteristici de stare, conform principiului excluziunii al lui Pauli, care nu se aplică bosonilor.

Tabelele 4.3.1—4.3.3 prezintă caracteristicile importante ale particulelor elementare cunoscute pînă în anul 1966.

Masa este exprimată în unităţi de masă atomică (uma) observînd că:

1 uma $\simeq 931 \frac{\text{MeV}}{c^2}$ sau $1 \frac{\text{MeV}}{c^2} \simeq 1{,}074 \cdot 10^{-3}$ uma (v. tabelul 4.1.1) (de multe ori se notează MeV fără c^2).

Tabelul conține și valorile masei relative în raport cu electronul, deci în unități $m_e \simeq \simeq 9{,}11 \cdot 10^{-28}$ g (v. tabelul 4.1.5).

Din punct de vedere al masei de repaos, particulele sînt clasificate în patru grupuri: a) *fotonul*, cu masa de repaos nulă; b) *leptonii*, care cuprinde elneutrino, antielneutrino, electronul și antielectronul (pozitronul), neutrino greu sau miuneutrino și antimiuneutrino, muonii; c) *mesonii* care cuprinde pionii, antipionii, kaonii și antikaonii; d) *barionii* care cuprind *nucleonii* deci protonul antiprotonul, neutronul și antineutronul și *hiperonii:* lambda și antilambda, sigma și antisigma, xi și antixi.

Viața medie (v. 3.13) a particulelor instabile variază între 10^3 s pentru neutroni la 10^{-16} s pentru pionul neutru (Π°). Kaonul neutru (K°) are doi componenți rezultați din suprapunerea cuantomecanică a kaonilor, K° și $\bar{K}^\circ$, unul cu o viață medie scurtă și altul cu o viață medie mai lungă (K_1° și K°).

Pentru „lățimea“ particulelor specifice interacțiunilor tari v. tabelul 4.3.3.

Tabelul 4.3.1 conține modurile de dezintegrare și energiile respective ale transformărilor.

Procesele de transformare ale particulelor elementare se supun unor *legi de conservare* sau *principii de invarianță, general valabile* și unor *legi de conservare restrînse*, aplicabile numai unor anumite tipuri de transformări. Aceste legi de conservare reprezintă în cazul particulelor elementare *reguli de selecție*, care permit stabilirea tipurilor de transformări posibile.

Prin aprofundarea metodelor Lagrange și Hamilton de rezolvare a problemelor fizicei moderne, paralel cu dezvoltarea mecanicei cuantice s-a ajuns la înțelegerea legăturii dintre legile de conservare și simetria spațiu-timp.

Legile de conservare generale sînt: legea de conservare a energiei, legea de conservare a impulsului, respectiv a momentului cinetic, legea conservării sarcinii electrice, legea conservării diferenței dintre numărul barionilor și antibarionilor și probabil, legea conservării diferenței dintre numărul de leptoni și al antileptonilor.

În parte, deci aceste legi ale teoriei cuantice relativiste a particulelor elementare corespund cu legile de conservare din fizica macroscopică. Energia se conservă sub forma generală de energie și energie echivalentă masei de repaos $E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$.

În teoria relativității, impulsul și energia formînd o singură mărime cu patru dimensiuni, vectorul energie-impuls, legile de conservare a energiei și impulsului corespund de fapt unei singure legi de conservare a energiei-impulsului.

Principiul relativist de invarianță, aplicat în cazul unui sistem izolat, format de exemplu din doi nucleoni care se ciocnesc, arată că prin deplasarea sistemului în timp și spațiu, cu o viteză uniformă sau prin modificarea fizică a orientării, comportarea nu se schimbă într-o măsură importantă. Se știe că din punct de vedere matematic comportarea sistemului, și deci legile care corespund mișcării, este invariantă în raport cu grupul de transformări neomogen Lorentz.

Aceasta arată că în cazul cînd observatorii diverşi măsoară timpuri t şi distanţe x între două evenimente diferite, intervalul de timp exact τ dat de ecuaţia $(c\tau)^2 = (ct)^2 - x^2$, este acelaşi pentru toţi observatorii.

De asemenea, diferiţii observatori pot măsura valori diferite pentru energia E sau impulsul p a unei particule, dar masa de repaos definită de ecuaţia:

$$(mc)^2 \equiv \left(\frac{E}{c}\right)^2 - p^2$$

este identică.

Rezultă în mod evident că masa determinată pentru o particulă corespunde unei caracteristici esenţiale a particulei, asociate mişcării de translaţie spaţiu-timp.

În cazul cînd $p = 0$, se obţine relaţia cunoscută de echivalenţă $E = mc^2$, care arată că energia sistemului este independentă de mişcarea lui; energia totală a unui sistem izolat de particule se conservă.

Starea unei particule izolate este definită prin masa şi impulsul ei. Masa rămîne neschimbată în raport cu grupul de transformare Lorentz, pentru translaţie, rotaţie, acceleraţie, deoarece impulsurile se transformă unele în altele.

Printr-un raţionament analog, dar mai complicat aplicat la rotaţie, se poate arăta că la fiecare particulă corespunde un moment cinetic intrinsec, denumit spin care exprimat în unităţi naturale $h/2\pi$, are valori întregi sau număr impar de 1/2. Această mărime determină contribuţia particulei la momentul cinetic total în jurul unui punct oarecare, independent de mişcarea pe orbită. Se înţelege astfel că momentul cinetic total al unui sistem izolat se conservă: o stare de spin anumită a unei particule este determinată de s, valoarea vectorului spin şi de componenta s_z, într-o direcţie aleasă arbitrar care poate lua $2s + 1$ valori întregi sau 1/2 de la $+s$ la $-s$.

În rotaţie, stările de spin se transformă între ele dar valoarea totală s, rămîne invariabilă Rezultă că un fermion nu poate trece într-un boson, iar dacă un boson se transformă în fermioni, va da un număr par de fermioni.

În afară de masă şi spin, particula elementară se caracterizează şi prin sarcina electrică care este un multiplu întreg al sarcinei elementare. Tabelul conţine sarcina electrică Q în aceste unităţi (v. tabelul 4.1.3).

Alături de momentul magnetic conţinut în tabelul 4.3.2, sarcina electrică caracterizează interacţiunea cu cîmpul electromagnetic.

Cu toate că forţele electrice (coulombiene) între particulele elementare nu joacă un rol important în domeniul energiilor mari, sarcina electrică totală se conservă. Această lege introduce restricţii simple, dar importante în procesele de transformare ale particulelor.

Legea conservării sarcinii electrice este legată de simetria ecuaţiilor lui Maxwell (v. tabelul 3.12.1) care arată că valoarea absolută a potenţialului electric nu intervine în procesele fizice care sînt determinate numai de valorile lui relative.

În interpretarea cuanto-mecanică, această lege corespunde la faptul că proprietăţile sistemelor de particule nu depind de faza funcţiei de undă care reprezintă sistemul respectiv.

Aplicînd operatorul de paritate P funcţiei de undă se obţine:

$$P\psi(x_1, x_2...) = \psi(-x_1, -x_2...)$$

deoarece acest operator corespunde inversiunii spaţiale; valorile proprii ale acestui operator sînt $+1$ sau -1.

Funcţiile ψ_+ (pare) corespund la $+1$ şi ψ_-(impare) la -1. Datorită simetriei spaţiului, energia sistemului trebuie să fie invariantă în raport cu operaţia de inversiune şi de oglindire faţă de oricare coordonată de poziţie. Această invarianţă corespunde la o lege de conservare a parităţii şi deci o proprietate importantă a particulei elementare este paritatea; fiecărei particule i se atribuie un număr $+1$ sau -1, după tipul de particulă.

Legea de conservare, cu o aplicare limitată, se referă la invarianţa parităţii totale a sistemului izolat. În tabelul 4.3.1, valoarea parităţii pentru electroni, muoni, nucleoni şi lambda este definită prin convenţie.

Principiile teoriei cuantice relativiste arată că antiparticulele cu număr de spin întreg au aceeaşi paritate ca particulele, iar cele cu spin fracţionar au paritatea de semn opus.

În legătură cu invarianţa la inversarea spaţială se poate considera invarianţa *conjugării particulelor (conjugarea de sarcină)* deci înlocuirea particulei cu antiparticula şi *invarianţa inversei de timp*, sau combinarea acestora.

Conjugarea de sarcină arată că dacă fiecare particulă dintr-un sistem izolat este înlocuită cu antiparticula respectivă, sistemul rămîne cu proprietăţi identice. De exemplu, dacă în atomul de hidrogen, protonul este înlocuit cu un antiproton, iar electronul cu un pozitron, se obţine un antiatom identic cu atomii obişnuiţi, atît timp cît nu intră în contact cu aceştia.

Conservarea parităţii a fost verificată pentru procesele în care *interacţiunile sînt tari*, deci intense şi cu raza de acţiune foarte mică: aceste interacţiuni corespund particulelor denumite hadroni (mesoni π şi K şi barioni) pe distanţe de ordinul 10^{-13} cm, cu durata de timp de 10^{-23} s şi explică forţele nucleare (v. scara intervalelor de timp, 3.2.2).

Intensitatea acestor forţe nu depinde de sarcina particulei (neutroni, protoni, hiperoni, sigma, pioni), ceea ce corespunde la caracteristica *independenţei de sarcină* a interacţiunilor tari (interacţiuni pionice).

Pionii pot fi consideraţi ca particule schimbate între nucleoni în ciocnirile periferice şi astfel se poate calcula masa pionilor m_π pe baza relaţiei aproximative:

$$r_n \simeq \frac{h}{m_\pi c},$$

în care r_n este raza nucleonilor. Rezultă că pionii trebuie să aibă o masă de aproximativ şapte ori mai mică decît nucleonii (Yukawa). De fapt nucleonii şi pionii constitue numai particulele cu masa cea mai mică dintr-un spectru de particule subnucleare (mesoni, barioni), care se obţin prin bombardarea hidrogenului lichid cu protoni de energie mare, peste 300 MeV.

În toate procesele barionice, în sistem izolat, diferenţa între numărul barionilor şi numărul antibarionilor rămîne constantă, ceea ce corespunde *legii de conservare a sarcinii barionice totale.*

Se poate atribui fiecărui barion o sarcină barionică, B, egală cu $+1$ şi antibarionilor sarcina $B = -1$; mezonii şi celelalte particule au sarcina B egală cu zero.

În acelaşi timp, trebuie să se observe că această lege rezultă din examinarea posibilităţilor de dezintegrare a protonului: dacă acesta ar putea să se dezintegreze în două sau mai multe particule mai uşoare, conservarea energiei fiind asigurată de energia cinetică, sistemul dezintegrat ar putea exista în numeroase stări distincte şi deci transformarea ar corespunde unei creşteri mari a entropiei sistemului izolat. În consecinţă, probabilitatea acestei transformări fiind mare, într-un timp astronomic, protonii s-ar fi dezintegrat în particule mai uşoare. Legea conservării barionice, corespunde imposibilităţii acestei dezintegrări: protonul poate să se dezintegreze în particule mai uşoare numai prin anihilare proton-antiproton.

Particulele trebuie caracterizate şi prin *hipersarcina* γ care *se conservă* în *ciocnirile nucleare*, în măsura în care alte interacţiuni (de exemplu electromagnetice) se pot neglija. Această caracteristică rezultă din anumite regularităţi observate la transformările nucleare: de exemplu dacă se ciocnesc pioni-nucleoni apar barioni Λ şi Σ, aceştia sînt însoţiţi întotdeauna de un număr egal de mezoni K pozitivi sau neutri sau fiecare barion xi produs, este însoţit de doi mezoni K. Aplicînd cele trei legi de conservare de sarcina (Q, B, γ) se poate stabili că procesul:

$$\pi^- + p \rightarrow \Sigma^- + K^+$$

este permis, pe cînd procesele

$$\pi^- + p \rightarrow \eta + \pi^+ \qquad (\Delta Q \neq 0)$$

$$\pi^- + p \rightarrow \pi^- + K^+ \qquad (\Delta B \neq 0)$$

$$\pi^- + p \rightarrow \Sigma + \pi^+ \qquad (\Delta\gamma \neq 0)$$

nu sînt permise.

Una dintre cele mai importante descoperiri ale fizicii moderne constă în faptul că fiecărei entităţi elementare a materiei sau a radiaţiei „particula“, îi corespunde o altă entitate, *antiparticula*, cu anumite proprităţi identice şi cu altele egale şi de semn opus.

Proprietăţile identice sînt: masa m, spinul s, şi viaţa medie τ, legate toate de simetria spaţiu-timp (v. p. 353).

Proprietăţile de semn contrar sînt: sarcina electrică Q, sarcina barionică B şi sarcina leptonică uşoară sau grea, l sau L, legate de simetria internă (numărul leptonic este +1 pentru leptoni şi −1 pentru antiparticule).

Spre deosebire de proprietăţile de masă şi spin, proprietăţile de simetrie internă se adună pentru un sistem compus şi se conservă în procesele de transformare ale particulelor: semnul contrar este esenţial în procesele de apariţie sau de anihilare a perechii particulă-antiparticulă conjugată.

Hipersarcina γ are valori opuse pentru cele două particule conjugate şi este aproximativ conservată în transformările lor (v. mai sus). Numai particulele care au toate proprietăţile de simetrie internă (Q, B, γ, l, L) nule sînt identice cu antiparticula conjugată. Noţiunea de antiparticulă a fost stabilită prin teoria mecanicii cuantice relativistă a interacţiunii particulelor.

Independenţa de sarcină a interacţiunilor tari (nucleare) conduce la considerarea barionilor ca stări multiple ale unor anumite particule, diferenţa de masă dintre particulele neutre şi încărcate electric fiind de natura electromagnetică. Pentru nucleoni, spaţiul sarcinii are două dimensiuni, analog spaţiului de spin, analog cu cazul celor 2 s + 1 stări de spin a unei particule de spin *s*; se poate considera că fiecare multiplet are un spin *I*, denumit spin izotopic (izobaric, izospin) ca o reprezentare formală într-un spaţiu abstract. Stările cu sarcini diferite sînt astfel interpretate prin cele $2I + 1$ orientări posibile în acest spaţiu abstract.

Astfel există doi nucleoni $I_N = +\frac{1}{2}\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$ şi trei pioni, $I_\pi = 1$ (0, ± 1). Sarcina electrică este determinată de componenta I_3, de-a lungul unei axe în spaţiul abstract.

Spinul izotopic este conservat în interacţiunile tari, în mod analog spinului, şi se poate considera că această conservare corespunde invarianţei forţelor de interacţiune în grupul de simetrie unitară SU(2) a transformărilor bidimensionale.

Pentru un sistem de pioni şi nucleoni, sarcina totală electrică, în unităţi e este dată de relaţia:

$$Q = I_3 + \frac{1}{2} N,$$

în care I_3 este componenta a treia a spinului izotopic total, iar *N* este diferenţa între numărul de nucleoni şi numărul de antinucleoni.

În cazul general al interacţiunilor tari, această relaţie trebuie aplicată sub forma:

$$Q = I_3 + \frac{1}{2} B + \frac{1}{2} S$$

în care *B* este diferenţa între numărul de barioni şi numărul de antibarioni, iar *S* este straneitatea, care are valori 0, ± 1, ± 2 conform tabelei.

Chiar pe baza expunerii sumare anterioare se poate presupune că „substanţa" nucleară care formează „particulele nucleare" este constituită de fapt din trei particule „subnucleare" (denumite quarks) care poartă sarcini diferite (*a*, *b*, *c*).

Această diferenţiere de sarcină (neutru, pozitiv, negativ) se poate explica formal prin atribuirea sarcinii barionice unitate fiecărui „quark"; doi trebuie să aibă hipersarcină şi numai unul trebuie să aibă toate cele trei sarcini (Q, B, γ).

Completînd acest triplet printr-un antitriplet antiquark ($\bar{a}$, $\bar{b}$, $\bar{c}$) cu sarcini opuse, se pot obţine prin combinarea lor, particule cu oricare combinaţie de sarcină. Astfel, protonul, neutronul şi lambda sînt quarks izolaţi, mezonii sînt perechi quark-antiquark şi barionii grei, sigma şi xi, sînt amestecuri mai complicate de doi quarks şi un antiquark.

Pentru o reprezentare completă a interacţiunilor tari se utilizează grupul de transformări tridimensionale SU(3), rezultat prin combinarea sarcinilor cu spinul izotopic; acest grup de simetrie este definit prin întreaga serie de matrici unitare 3 × 3 care aplicată tripletului (*a*, *b*, *c*) conduce la toate combinaţiile liniare. Multipleţii izotopici ai particulei cu acelaşi spin *I* pot fi combinați în supermultipleți de masă identică care se reprezintă prin diagrame hexagonale sau triunghiulare ca în fig. 4.1.

Fiecare quark este reprezentat printr-un triunghi echilateral (antiquarkul printr-un triunghi inversat), iar perechile quark-antiquark sînt reprezentate prin hexagoane regulate, reprezentînd octete de particule elementare.

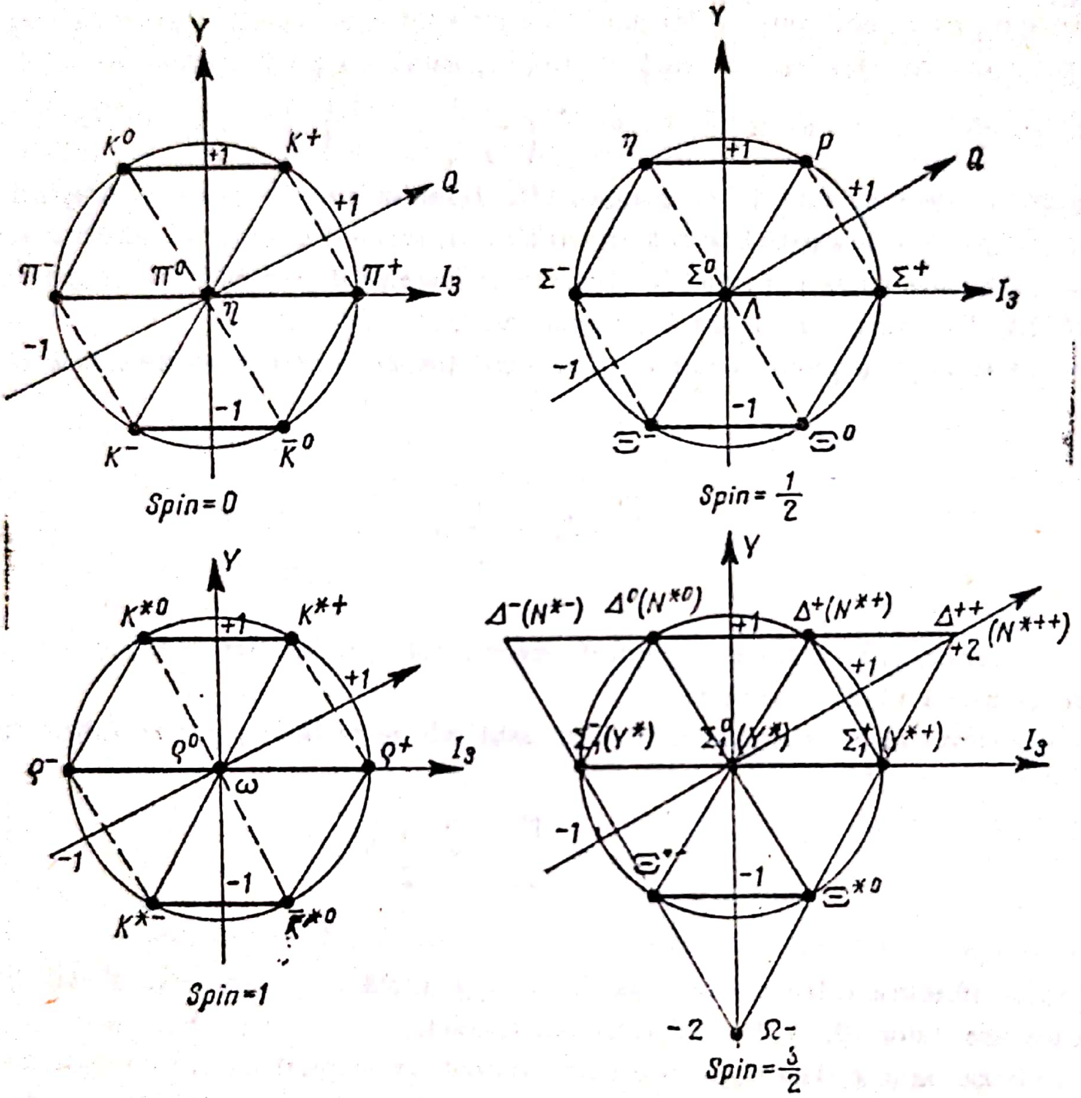

Y
K^0
K^+
+1
Q
π^-
π^0
π^+
I_3
η
-1
K^-
$\bar{K}^0$
Spin=0
Y
η
p
+1
Q
Σ^-
Σ^0
Σ^+
I_3
Λ
-1
Ξ^-
Ξ^0
Spin=$\frac{1}{2}$
Y
K^{*0}
K^{*+}
+1
ρ^-
ρ^0
ρ^+
I_3
ω
-1
K^{*-}
$\bar{K}^{*0}$
Spin=1
Y
$\Delta^-(N^{*-})$
$\Delta^0(N^{*0})$
$\Delta^+(N^{*+})$
Δ^{++}
(N^{*++})
+2
+1
$\Sigma_1^-(Y^*)$
$\Sigma_1^0(Y^*)$
$\Sigma_1^+(Y^{*+})$
I_3
-1
Ξ^{*-}
Ξ^{*0}
-2
Ω^-
Spin=$\frac{3}{2}$

Fig. 4.1.

Astfel, fiecare vîrf este o combinație de tipul ($x\bar{y}$), sarcina este suma rezultată a sarcinilor lui x și $\bar{y}$, particulele din centrul hexagonului sînt combinațiile liniare de $a\bar{a}$, $b\bar{b}$ și $c\bar{c}$, submultiplii izotopici sînt situați pe același ax orizontal (mase egale, hipersarcina γ corespunde la suma algebrică a valorilor extreme a sarcinilor electrice a multipletului de masă identică (pe același ax orizontal).

Se observă octetul mezonic cu spin zero (π, K, η) barionii cu spinul egal cu 1/2 (Σ, N, Ξ) și barionii cu spinul egal cu unitatea (ρ, K*, ω).

Pentru barionii cu spin izotopic $\frac{3}{2}$, corespunde diagrama mai complicată cu nouă stări barionice care de fapt au fost descoperite în anul 1962; particula omega minus, singlet izotopic ($I = 0$) cu hipersarcina -2, prevăzută de reprezentarea de decuplet $Q - \gamma$ a fost descoperită în anul 1964 prin reacția cu mezoni K de mare energie:

$$K^- + p \rightarrow \Omega^- + K^+ + K^\circ.$$

Se cunoaşte şi un octet de mezoni cu spin egal cu doi, trei singleti de simetrie $U(3)$ care corespund la combinaţiile simetrice ale perechilor quark-antiquark de spin 0, 1, 2.

Se observă că pentru ca fiecare barion să corespundă la o structură similară de quark, trebuie să aibă fiecare trei quark; pentru a obţine un număr exact barionic trebuie să se atribuie fiecărui quark o sarcină barionică $\frac{1}{3}$ şi sarcini electrice fracţionare.

Marea diversitate a particulelor nucleare este explicată astfel prin simetria unitară, care permite sistematizarea lor printr-un model analog sistemului periodic al elementelor (v. cap. 6). Desigur că problema existenţei fizice a ansamblurilor quark ca elemente subnucleare şi nu numai ca un model formal matematic este discutabilă.

Trebuie să se remarce că lista particulelor elementare conţinută în tabelul 4.3.1 este completată de o serie de particule cu viaţă medie foarte mică, de ordinul intervalelor de timp nucleare (v. 3.2.2) denumite *rezonanţe.*

Aceste rezonanţe joacă un rol important în interacţiunile tari, nucleare, în transformările mezonilor şi barionilor, conţinuţi în tabelul 4.3.3.

Deoarece viaţa medie este ultrascurtă, energia, deci şi masa acestor „rezonanţe" nu pot fi nete; se exprimă astfel „lăţimea" masei rezonanţelor, rezultată din ecuaţia de incertitudine:

$$\Delta E \cdot \Delta t \simeq \frac{h}{2\pi}$$

care conduce la lăţimi de 10—100 MeV. Deoarece mezonii şi barionii sînt relativ stabili faţă de intervalele de timp nucleare, „lăţimea" lor este considerată nulă.

Deoarece interacţiunile tari sînt invariante la conjugarea de sarcină şi sînt independente de sarcină, se poate defini un număr de paritate G, care are valori ± 1, pentru mezoni şi rezonanţe de mezon, corespunzător numărului de paritate al particulelor stabile, discutat mai înainte.

Interacţiunea electromagnetică corespunde la interacţiunea dintre particule încărcate şi cîmpul electromagnetic prin schimbul de foton „virtual" şi din această cauză cu ajutorul relaţiei de incertitudine se obţine o rază de acţiune infinită (interacţiune electron-electron, electron-foton); este de aproximativ 100 ori mai slabă decît interacţiunea pionică $\left(\frac{1}{137}\right)$ şi are o durată de $10^{-20} - 10^{-21}$ s.

Problema interacţiunilor slabe, caracteristice leptonilor, constituie astăzi un aspect important al studiilor fizicii particulelor elementare: intensitatea acestor interacţiuni este de 10^{14} ori mai mică decît în cazul interacţiunilor tari, iar durata este de ordinul $10^{-8}-10^{-9}$s, deci particulele au o viaţă medie foarte lungă în comparaţie cu timpul nuclear 10^{-23} s).

Printre interacţiunile slabe se pot menţiona: interacţiunea β care intervine în transformări proton-neutron, sau neutron-proton şi care stă la baza dezintegrării β, dezintegrarea mezonilor $\mu\pm$, $\pi\pm$ (v. tabelul 4.3.1.)

O caracteristică generală a acestor interacţiuni este că în toate procesele cu leptoni intervin patru fermioni: aceasta constituie *ipoteza interacţiunilor universale* (Fermi) între fermioni, şi după descoperirea particulelor „stranii" (v. mai înainte), a fost extinsă într-o formă modificată la transformările β ale hiperonilor.

Un aspect al interacţiunilor slabe este descoperirea *neconservării parităţii* (Lee şi Yang, 1956).

Conservarea parităţii este verificată în interacţiunile tari şi electromagnetice (v. mai înainte) şi a fost considerată ca o lege universală. Rezultă că interacţiunile tari şi electromagnetice au o simetrie superioară interacţiunilor slabe; neconservarea parităţii poate fi considerată ca o abatere a legilor fizicii de la principiul simetriei la oglindire, deoarece un sistem poate avea o preferinţă faţă de o anumită orientare spaţială. Prin principiul de inversiune combinată (Landau) se arată că asimetria spaţială aparentă într-o anumită experienţă corespunde exact imaginii în oglindă a asimetriei obţinute într-o experienţă cu antiparticulele respective; această presupunere ar conduce la concepția că în universul format din particule și antiparticule, paritatea este un invariant, neexistînd orientări preferențiale, stînga sau dreapta.

În ultimul timp, după anul 1964, se cunosc experiențe care arată abateri de la acest principiu.

Domeniul interacțiunilor slabe rămîne o problemă deschisă a fizicii moderne și arată încă odată că numai studiul analitic al unui sistem, deci reducerea lui la suma particulelor existente, nu este suficient pentru caracterizarea lui.

4.3.1. Caracteristicile

Particula	Clasa	Spin	Masa $\left(\frac{MeV}{c^2}\right)$	Masa relativă	Antiparticula	Viața medie, s
Foton						
Foton, γ	Foton	1	0	0	Foton,	Stabil
Leptoni						
Neutrino ușor (electronic, elneutrino) ν_e	Electron	$\frac{1}{2}$	0,00025 0	0,0005	Antielneutrino, e	Stabil
Electron e^-		$\frac{1}{2}$	0,51098	1	Pozitron, e^+	Stabil
Neutrino greu (muonic muneutrino) ν_μ	Muon	$\frac{1}{2}$	0,00025	0,0005	Anti muneutrino,	Stabil
Muon, μ^-	Muon	$\frac{1}{2}$	105,66	206,86 ± 0,12	Muon pozitiv	$2{,}21 \cdot 10^{-6}$
Mesoni						
Pion neutru, π^0	Mezon	0	135,0	264,37 ± 0,18	Pion neutru	$3 \cdot 10^{-10}$
Pion pozitiv, π^+		0	139,6	273,27 ± 0,12	Pion negativ	$2{,}55 \cdot 10^{-8}$
Kaon neutru, K^0		0	497,8	972,8 ± 1,6	Antikaon neutru, k	$1{,}0 \cdot 10^{-10}$
Kaon, pozitiv K^+		0	493,9	966,8 ± 0,4	Antikaon negativ, $\overline{K}$	$6 \cdot 10^{-8}$
Barioni						
Proton, p	Nucleon N	$\frac{1}{2}$	938,2	1836,118 ± 0,02	Antiproton, $\bar{p}$	Stabil
Neutron, n		$\frac{1}{2}$	939,5	1838,645 ± 0,02	Antineutron $\bar{n}$	$1{,}01 \cdot 10^{+3}$

Neconservarea parității a fost aplicată la rezolvarea problemei $\theta - \tau$: unii mezoni $K(\theta)$ se dezintegrează în doi mezoni, iar alții $K(\tau)$ dau trei mezoni (v. tabelul 4.3.1).

Mezonii K fiind identici, produșii de transformare ar trebui să conserve paritatea; se observă însă că mezonii π, pseudoscalari, au o paritate -1 (funcția ψ_-) și deci sistemul cu doi mezoni π are paritatea $(-1)^2 = +1$, iar sistemul cu trei mezoni π are paritatea $(-1)^3 = -1$. Cele două moduri de dezintegrare decurg paralel în același raport, independent de felul în care au fost generați mezonii K.

particulelor elementare

Paritatea	Sarcina Q	Sarcina (nr.) barionică B	Hipersarcina	Numărul leptonic	Numărul muonic	Stranietate	Modulul de dezintegrare (în ordinea importanței)	Energia de dezintegrare. MeV
$-$	0	0	0	0	0	—		
Nedefinită	0	0	0	1	0	—		
$+$	-1	0	0	1	0	—		
Nedefinită	0	0	0	1	1	—		
$+$	-1	0	0	1	0	—	$e^- + \nu_e + \bar{\nu}_e$ $e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_e$	105,14
$-$	0	0	0	0	0		$2\gamma(99\%)$; $\gamma + e^+ + e^-$; $2e^+ + 2e^-$	135,0
$-$	$+1$	0	0	0	0		$\mu^+ + \nu_\mu$	33,93
$-$	0	0	$+1$	0	0	—	$K_1^\circ \pi^+ + \pi^-$ $(69\%)\pi^\circ + \pi^\circ(31\%)$	218,60; 227,80
$-$	$+1$	0	$+1$	0	0	$+1$, -1	$K_2^\circ e\pm + \nu_e + \pi\mp$ (35%) $\mu^{\pm} + \nu_\mu \mp$ (35%); $\pi^+ + \pi^- + \pi^\circ(12\%)$: $3\pi^\circ(18\%)$	357; 252,6, 83,6, 92,8
$+$	$+1$	$+1$	$+1$	0	0	0	$\mu^+ + \nu_p$ (62%); $\pi^+ + \pi^\circ$ (21%)	388,2; 219,3; 75,1; 84,3; 358,4; 253,2
$+$	0	$+1$	$+1$	0	0	0	$2\pi^+ + \pi^-(60\%)\pi^+ + 2\pi^\circ(2\%)$; $e^+ + \nu_e + \pi^\circ(5\%)$; $\mu^+ + \nu_\mu + \pi^\circ(4\%)$	
							$p + e^- + \bar{\nu}_e$	0,783

Particula	Clasa	Spin	Masa $\left(\frac{MeV}{c^2}\right)$	Masa relativă	Antiparticula	Viața medie, s
Lambda Λ	hiperoni	$\frac{1}{2}$	1115,4	2182,5 ± 0,3	Antilambda	$2{,}2 \cdot 10^{-10}$
Sigma pozitiv, Σ^+		$\frac{1}{2}$	1189,4	2327,7 ± 0,5	Antisigma negativ	$0{,}8 \cdot 10^{-10}$
Sigma neutru, Σ°		$\frac{1}{2}$	1193,2	2329,9 ± 2	Antisigma neutru	$1 \cdot 10^{-11}$
Sigma negativ, Σ^-		$\frac{1}{2}$	1197,6	2341,6 ± 1	Antisigma pozitiv	$1{,}6 \cdot 10^{-10}$
Xi neutru, Ξ°		$\frac{1}{2}$	1316	2579 ± 16	Anti Xi neutri	$1{,}5 \cdot 10^{-10}$
Xi negativ, Ξ^-		$\frac{1}{2}$	1321	2583,9 ± 5,5	Anti Xi, pozitiv	$1{,}3 \cdot 10^{-10}$

4.3.2. Momente magnetice ale particulelor elementare

Particula	Momentul magnetic	
	Magneton	$eV \cdot G^{-1}$
Foton	0	0
Antineutrino $\bar{\nu}_e$	$< 10^{-7}$	
Electron $e \mp$	$\mp 1{,}001146$	$\mp 5{,}7950 \cdot 10^{-9}$
Proton p	2,7896	$8{,}8039 \cdot 10^{-12}$
Neutron n	$-1{,}9130$	$-6{,}0299 \cdot 10^{-12}$
Muon $\mu\mp$	$\mp 0{,}8900$	$\mp 2{,}8026 \cdot 10^{-12}$

Paritatea	Sarcina Q	Sarcina (nr.) barionică B	Hipersarcina	Numărul leptonic	Numărul muonic	Stranietate	Modul de dezintegrare (în ordinea importanței)	Energia de dezintegrare, MeV
+	0	1	0	0	0	−1, +1	$p+\pi^-$ (64%); $n+\pi^0$ (36%)	37,6; 40,9
+	+1	1	0	0	0	−1, +1	$p+\pi^0$(50%); $n+\pi^+$ (50%)	116,2; 110,3
+	0	1	0	0	0	−1, +1	$\Lambda+\gamma$	76,1
+	−1	1	0	0	0	−1, +1	$n+\pi^-$	116,9
+	0	1	−1	0	0	+2	$\Lambda+\pi^0$	61,0
+	−1	1	−1	0	0	−2, +2	$\Lambda+\pi^-$	63,5

4.3.3. Particule cu interacțiune tare și rezonanțe

Particula sau rezonanța	Spinul	Masa (MeV)	Lățimea (MeV)	Paritatea	Sarcină electrică	Hipersarcina	Paritatea G	Spinul izotopic	Simetria (v. fig. 4.1)
Pion, π	0	138,5	0	−	0, +1	0	−	1	octet pseudo-scalar mezonic
Kaon, K	0	495,8	0	−	0, +1	+1	nedefinit	$\frac{1}{2}$	
Antikaon, $\overline{K}$	0	495,8	0	−	0, −1	−1	nedefinit	$\frac{1}{2}$	
Eta, η	0	548	10	−	0	0	+	0	octet barioni
Nucleon, N	$\frac{1}{2}$	938,9	0	+	0, +1	+1	nedefinit	$\frac{1}{2}$	
Lambda, Λ	$\frac{1}{2}$	1115,4	0	+	0	0	nedefinit	0	
Sigma, Σ	$\frac{1}{2}$	1193,4	0	+	0, +1, −1	0	nedefinit	1	
Xi, Ξ	$\frac{1}{2}$	1318,4	0	+	0, −1	−1	nedefinit	$\frac{1}{2}$	

4.3.3 (continuare)

Particula sau rezonanța	Spinul	Masa (MeV)	Lățimea (MeV)	Paritatea	Sarcina electrică	Hipersarcina	Paritatea G	Spinul izotopic	Simetria (v. fig. 4.1.)
Rezonanța ro, ρ	1	750	106	−	0, +1, −1	0	+	1	octet vectorial mezonic
Rezonanța kaon, $\overline{K}^*$	1	888	50	−	0, +1	+1	nedefinit	$\frac{1}{2}$	
Rezonanța anti-kaon, K^*	1	888	50	−	0, −1	0	nedefinit	$\frac{1}{2}$	
Rezonanța phi, Φ	1	1020	3	−	0	0	−	0	
Rezonanța omega, ω	1	782	9	−	0	0	−	0	singlet vectorial mesonic
Rezonanța nucleon, $N^*(\Delta)$	$\frac{3}{2}$	1238	125	+	0, +2, +1, −1	+1	nedefinit	$\frac{3}{2}$	decuplet de rezonanță barionic
Rezonanța ygrec, Y^* (Σ_1)	$\frac{3}{2}$	1385	53	+	0, +1, −1	0	nedefinit	1	
Rezonanța Xi, Ξ^* (Ξ_1)	$\frac{3}{2}$	1530	8	+	0, −1	−1	nedefinit	$\frac{1}{2}$	
Rezonanța omega minus Ω^-	−	1685	0		−1	−2	nedefinit	0	

4.4. DATE GEOGRAFICE IMPORTANTE

Suprafața litosferei (continentelor)	$1,49 \cdot 10^8$ km² (29,2%)
Suprafața hidrosferei	$3,61 \cdot 10^8$ km² (70,8%)
Altitudinea medie a litosferei	840 m
Altitudinea maximă a litosferei	8840 m
Volumul hidrosferei	$1,37 \cdot 10^9$ km³
Adîncimea medie a hidrosferei	3800 m
Adîncimea maximă	10550 m
Masa atmosferei	$5,27 \cdot 10^{21}$g

4.5. CONSTANTE FIZICE ALE PAMÎNTULUI

Constanta	Valoare determinată	Valoare standard
Raza ecuatorială a	6 378 160 ± 15 m	6 378 388 m
Raza polară b	6 356 631 ± 15 m	
Elipticitatea $\frac{a-b}{a}$	$\frac{1}{298,25 \pm 0,4}$	$\frac{1}{297,00}$
Raza medie a sferei cu un volum egal (R)	planeta 6 371 km	miezul 3 473 ± 4 km
$\frac{1}{4}$ meridian	10 002,288 km	5 453 km
$\frac{1}{4}$ ecuator	10 019,148 km	—
Suprafaţa	$5,101 \cdot 10^{18}$ cm^2	$1,516 \cdot 10^{18}$ cm^2
Volumul	$1,083 \cdot 10^{27}$ cm^3	$0,1755 \cdot 10^{27}$ cm^3
Masa	$5,976 \cdot 10^{27}$ g	$1,88 \cdot 10^{27}$ g
Densitatea medie	5,517 g · cm^{-3}	10,72 g · cm^{-3}
Momentul de inerţie (C)	$81,04 \cdot 10^{43}$ g · cm^2	$8,6 \cdot 10^{43}$ g · cm^2
C/MR^2	0,3341	0,380
Viteza unghiulară (viteza medie de rotaţie siderală) ω	$7,292115085 \cdot 10^{-5}$ rad · s^{-1}	—

4.6. PRESIUNEA, DENSITATEA ŞI TEMPERATURA ÎN ATMOSFERA STANDARD

Tabelul conţine valorile presiunii, densităţii şi temperaturii în atmosferă la diferite altitudini. Valorile au fost calculate considerînd: a) aerul uscat cu o compoziţie constantă şi cu o densitate la nivelul mării de 0,001226 g · cm^{-3}; b) cu valoarea constantă a acceleraţiei terestre de 980,62 cm · s^{-2}; c) cu temperatura la nivelul mării de 15°C şi cu un gradient de descreştere de 6,5°C/km între 0 şi 11 km (troposfera) şi cu o atmosferă cu temperatura $t = -56,5$°C peste 11 km (stratosfera). Presiunea la nivelul mării este 760 mm Hg şi $g = 980,62$ cm · s^{-2}.

Ecuaţiile de calcul sînt:

$$\underset{\text{(troposfera)}}{\frac{p_H}{760}} = \left(\frac{288 - 0,0065\ H}{288}\right)^{5,256}$$

$$\underset{\text{(stratosfera)}}{\lg \frac{p_{11000}}{p_H}} = \frac{H - 11000}{14.600}$$

în care p_H este presiunea exprimată în mm Hg la 0°C, $g = 980,62$ cm · s^{-2}, iar p_{11000} reprezintă presiunea la 11 000 m.

Altitudinea H m	Presiunea mbar	Densitate · 10^3 g/cm^3	Temperatura °C	Altitudinea H m	Presiunea mbar	Densitate · 10^3 g/cm^3	Temperatura °C
0	1 013,2	1,226	15,0	5 000	540,0	0,736	−17,5
250	983,5	1,197	13,4	5 500	504,8	0,697	−20,8
500	954,5	1,168	11,7	6 000	471,6	0,660	−24,0
750	926,2	1,140	10,1	6 500	440,1	0,624	−27,3
1 000	898,6	1,112	8,5	7 000	410,4	0,590	−30,5
1 250	871,7	1,085	6,9	7 500	382,3	0,557	−33,8
1 500	845,4	1,059	5,2	8 000	355,8	0,525	−37,0
1 750	819,8	1,033	3,6	8 500	330,8	0,495	−40,3
2 000	794,8	1,007	2,0	9 000	307,2	0,466	−43,5
2 250	770,4	0,982	0,4	9 500	285,0	0,439	−46,8
2 500	746,7	0,958	−1,3	10 000	264,1	0,413	−50,0
2 750	723,5	0,933	−2,9	11 000	226,1	0,364	−56,5
3 000	700,9	0,910	−4,5	12 000	193,1	0,311	−56,5
3 250	678,9	0,887	−6,1	13 000	164,9	0,265	−56,5
3 500	657,4	0,864	−7,8	14 000	140,9	0,227	−56,5
3 750	636,6	0,841	−9,4	15 000	120,3	0,194	−56,5
4 000	616,2	0,820	−11,0	16 000	102,8	0,165	−56,5
4 250	596,4	0,798	−12,6	17 000	87,8	0,141	−56,5
4 500	577,1	0,777	−14,3	18 000	75,0	0,121	−56,5
4 750	558,3	0,757	−15,9				

4.7. VARIAȚIA PROPRIETĂȚILOR ÎN INTERIORUL PAMÎNTULUI

Adîncimea km	Densitatea g · cm^{-3}	Presiunea dyn · cm^{-2} · 10^{12}	Accelerația gravitației g, cm · s^{-2}
33	3,32	0,009	985
100	3,38	0,031	989
200	3,47	0,065	992
500	3,89	0,174	999
1000	4,68	0,392	995
2000	5,24	0,88	986
2898	5,68 9,4	1,37	1037
3500	10,2	1,94	912
4000	10,8	2,40	800
5000	11,5	3,18	613

4.8. VALORILE ACCELERAȚIEI TERESTRE

Valoarea accelerației terestre depinde de latitudinea (Φ), longitudinea λ și altitudinea (H, în m) conform ecuației: $g = 978{,}0516\ [1 + 0{,}005291\ \sin^2 \Phi - 0{,}0000057\ \sin^2 2\Phi + 0{,}0000106\ \cos^2 \Phi\ \cos 2\ (\lambda + 6°)] - 0{,}0003086\ H\ (\pm\ 0{,}003)$ cm · s^{-2}.

Valoarea standard a accelerației terestre este $g_n = 980{,}665$ cm · s^{-2}($= 32{,}1741$ ft · s^{-2}) (v. tabelul 4.1.1); această valoare servește în calculele tuturor mărimilor care depind de g.

Tabelul următor conține valorile accelerației terestre la nivelul mării ($H = 0$) și la diferite latitudini.

4.8

Φ Grade	Valorile accelerației terestre, în cm s^{-2} la diferite latitudini Φ și $H = 0$														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	978,034	0,036	0,040	0,048	0,059	0,073	0,090	0,111	0,134	0,160	0,189	0,222	0,257	0,295	0,335
15	978,379	0,425	0,474	0,526	0,580	0,637	0,696	0,757	0,821	0,887	0,954	*,024	0,096	0,170	0,246
30	979,323	0,402	0,482	0,564	0,646	0,731	0,816	0,902	0,989	*,077	0,166	0,255	0,344	0,434	0,524
45	980,629	0,705	0,795	0,885	0,974	*,064	0,152	0,240	0,328	0,414	0,500	0,584	0,667	0,749	0,830
60	981,909	0,987	*,062	0,137	0,209	0,279	0,348	0,414	0,478	0,540	0,599	0,656	0,710	0,762	0,812
75	982,858	0,902	0,944	0,982	*,017	0,050	0,089	0,106	0,129	0,150	0,167	0,181	0,192	0,200	0,205
90	983,206														

*) De la valorile notate cu * pe linie orizontală se adaugă o unitate.
Notă: gravitatea ecuatorială standard: 9,780490 m s^{-2}
determinată: (9,780306 ± 0,000013) m · s^{-2}.

4.9. CONSTANTA UNIVERSALĂ A GRAVITAȚIEI

Constanta generală a gravitației G corespunzătoare forței de atracție între două mase M_1 și M_2 la o distanță d una de cealaltă $f = G\dfrac{M_1 M_2}{d^2}$ (legea lui Newton) este determinată cu balanța de torsiune (1930):

$$G = (6{,}670 \pm 0{,}006)\ 10^{-8}\ \text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}, \text{s}^{-2} (\text{dyn} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-2}) = (6{,}670 \pm 0{,}006)\ 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

4.10. ATMOSFERA PLANETELOR

Atmosferele planetelor din sistemul solar sînt diferite mult una de alta. Se pot deosebi două categorii de planete:

— Pămîntul, Venus, Marte, Mercur, planete solide de densitate mare și cu o pătură atmosferică relativ subțire;

— planete „gigant" Jupiter, Saturn, Uranus, și Neptun, cu densități mai mici și cu o atmosferă întinsă.

Cele mai importante date asupra compoziției atmosferei planetelor au fost obținute prin analiza spectroscopică.

Tabelul următor conține compoziția atmosferei planetelor conform celor mai noi date (1961): cantitățile sînt reprezentate în cm · atm în condiții normale — (c.n.), care corespund cantității unui gaz, echivalent cu o coloană de un centimetru înălțime la presiunea și temperatura normale. Se pot observa ușor diferențele între compozițiile celor două tipuri de planete și prezența H_2 He, CH_4 în atmosferele planetelor „gigant".

Planeta	Substanța	Cantitatea, cm · atm (c.n)	Observații
Venus	CO_2	100 000	Determinări spectroscopice
	N_2	—	Component important
	CO	< 100	Determinări spectroscopice
	O_2	< 100	Determinări spectroscopice
	CH_4	< 20	Determinări spectroscopice
	N_2O	< 100	Determinări spectroscopice
	NH_3	< 4	Determinări spectroscopice
Pămint	N_2	625 000	
	O_2	168 000	
	Ar	7 400	
	CO_2	200	
	CH_4	1,2	
	O_3	0,3	
	H_2O	variabil	
Marte	CO_2	3 600	Determinări spectroscopice
	N_2	180 000	
	H_2O		
	CH_4	<10	
	NH_3	< 2	
Jupiter	CH_4	15 000	Determinări spectroscopcei
	NH_3	700	
	H_2	$2,7 \cdot 10^7$	Calculat
	He	$5,6 \cdot 10^6$	
	N_2	$4 \cdot 10^3$	
	Ne	$1,7 \cdot 10^4$	
Saturn	CH_4	35 000	Observat spectroscopic
	NH_3	200	
	H_2	$6,3 \cdot 10^7$	Calculat
	He	$1,3 \cdot 10^7$	
	N_2	$9,5 \cdot 10^3$	
	Ne	$2,7 \cdot 10^4$	
Uranus	CH_4	220 000	Observat spectroscopic
	H_2	$4,2 \cdot 10^6$	Determinări spectroscopice
	He	$8,6 \cdot 10^5$	Calculat
	N_2	$4,2 \cdot 10^6$	
Neptun	CH_4	370 000	
	H_2		Determinări spectroscopice
	N_2		Detectate la limita sensibilității spectroscopice
	He		
Titan (satelitul lui Saturn)	CH_4	20 000	Determinări spectroscopice
	NH_3	< 300	

4.11. DATE ASTRONOMICE

Planeta sau satelitul	Distanţa relativă la soare (pentru pămînt = 1)	Masa relativă (m pămînt = 1)	Raza relativă (r pămînt = 1)	Temperatura planetei (corp negru) °K	Densitatea g/cm^3	Perioada de revoluţie	Perioada de rotaţie	Viteza de părăsire a planetei (a doua treaptă) km/s
Mercur	0,3871	0,0543	0,39	443	5,05	88 d	88 d	4,3
Venus	0,7233	0,8136	0,973	262	4,88	224,7 d	224,7 d	10,4
Pămînt	1	1	1	250	5,52	365 d	24 h	11,3
Marte	1,5237	0,1080	0,520	218	4,24	687 d	24 h 37 min	5,1
Jupiter	5,2028	318,35	10,97	105	1,33	11,86 a	9 h 55 min	61,0
Saturn	9,5388	95,3	9,03	78	0,714	29,5 a	10 h 38 min	36,7
Uranus	19,19	14,54	3,72	55	1,56	84 a	10,8 h	22,4
Neptun	30,07	17,26	3,50	43	2,22	165 a	16 h	25,2
Pluton	39,52	0,033	0,45	42	2,0	248 a		3
Titan	9,5388	0,0236	0,384	83	2,3			2,8

5. DATE PENTRU LABORATOR

Cuprins

5.1. Reactivi pentru analiză 381
  5.1.1. Apă distilată 381
  5.1.2. Reactivi de laborator pentru utilizări generale 381
  5.1.3. Reactivi analitici speciali 384
5.2. Reactivi chimici pentru analiză. Condiţii de puritate 393
5.3. Reactivi chimici pentru analiză. Verificarea purităţii 404
5.4. Reactivi chimici pentru industria electronică 420
5.5. Dizolvanţi şi reactivi chimici pentru spectrofotometrie 426
5.6. Corecţii pentru termometrie 431
  5.6.1. Corecţii pentru termometrele cu gaz 431
  5.6.2. Corecţii pentru termometrele cu lichid 432
    5.6.2.1. Corecţii pentru termometrele cu lichid în sticlă 433
    5.6.2.2. Coeficienţi aparenţi de dilataţie 435
    5.6.2.3. Corecţia de citire a termometrelor de sticlă cu mercur (Jena 16^{III}) 435
    5.6.2.4. Termometre obişnuite de sticlă 436
    5.6.2.5. Corecţii pentru termometrele Beckman (Jena Normalglas 16^{III}) 436
5.7. Corecţiile pentru citirea presiunilor barometrice 437
  5.7.1. Corecţia de temperatură pentru citirile la barometrul Fortin 437
  5.7.2. Corecţia pentru citirea presiunii la barometrul cu mercur la acceleraţia terestră standard 437
  5.7.3. Corecţia de capilaritate a coloanei de mercur 439
  5.7.4. Nomograme pentru corecţia de temperatură şi capilaritate la citirea barometrelor cu mercur 442
  5.7.5. Calculul volumului de gaz în condiţii normale 443
5.8. Corecţii pentru cîntăriri exacte în aer 448
5.9. Etalonarea capacităţii vaselor de laborator 451
  5.9.1. Cotarea vaselor prin cîntărire cu apă 454
  5.9.2. Cotarea vaselor prin cîntărire cu mercur 455
  5.9.3. Verificarea vaselor cotate 456
  5.9.4. Factori de corecţie pentru calibrarea vaselor 457
    5.9.4.1. Factori de corecţie pentru calibrarea volumetrică a vaselor cu apă şi mercur la 760 mmHg 457
    5.9.4.2. Corecţiile de presiune la calibrarea cu apă a vaselor 457
  5.9.5. Indicaţii asupra vaselor volumetrice şi asupra utilizării lor 458
    5.9.5.1. Caracteristicile de utilizare ale biuretelor 458
    5.9.5.2. Caracteristicile de utilizare ale pipetelor gradate 459

5.9.5.3. Caracteristicile de utilizare ale pipetelor cu golire totală 459
5.9.5.4. Caracteristicile pipetelor de suflare 459
5.10. Volumetrie 459
5.10.1. Soluţii etalon. Prepararea soluţiilor etalon 459
5.10.2. Echivalenţii principalelor etaloane primare volumetrice şi logaritmii lor, corectaţi pentru cîntărirea în aer 465
5.10.3. Corecţii de temperatură pentru soluţii volumetrice 465
5.10.4. Indicatori 466
5.10.4.1. Indicatori de culoare (acid-bază) 469
5.10.4.2. Amestecuri de indicatori (indicatori micşti) 472
5.10.4.3. Indicatori de fluorescenţă 475
5.10.4.4. Indicatori redox (pentru măsurarea r_H-ului) 475
5.10.4.5. Indicatori de adsorbţie 476
5.11. Soluţii standard pentru *p*H. Concentraţiile ionilor de hidrogen la titrarea acid-bază 477
5.11.1. Scara internaţională de *p*H la 25°C 477
5.11.2. Soluţii standard pentru scara *pD*, în apa grea 477
5.11.3. Transformarea *pX-X* 478
5.11.4. Concentraţiile ionilor de hidrogen aproape de punctul de echivalenţă în titrările acizilor slabi cu baze tari 479
5.11.5. Concentraţiile ionilor de hidrogen aproape de punctul de echivalenţă în titrările bazelor slabe cu acizi tari 480
5.12. Densitatea aerului uscat la diferite temperaturi şi presiuni 480
5.13. Densitatea mercurului 481
5.14. Densitatea apei 481
5.15. Forţa electromotoare a elementului standard Weston 482
5.16. Scara Mohs (empirică) pentru duritatea mineralelor 482
5.17. Site standard de sortare granulometrică 483
5.18. Dizolvanţi organici 486
5.18.1. Caracteristicile dizolvanţilor organici 486
5.18.2. Miscibilitatea unor dizolvanţi la temperatură camerei ....
5.19. Caracteristicile plăcilor filtrante (poroase, frite) de sticlă 490
5.19.1. Diametrul mediu al porilor plăcilor fritate de sticlă 492
5.19.2. Utilizările principale ale plăcile poroase (fritelor) de stilcă 492
5.19.3. Agenţi de curăţire chimică a vaselor de sticlă şi a plăcilor poroase de sticlă 493
5.19.4. Coeficienţii de curgere prin plăci Solidex 493
5.20. Geluri pentru filtrări moleculare 493
5.20.1. Caracteristicile gelurilor Sephadex 494
5.20.2. Cantitatea de dizolvant pentru umflarea gelului Sephadex LH-20 494
5.20.3. Caracteristicile gelurilor poliacrilamidice BioGel P 495
5.20.4. Caracteristicile gelurilor Sepharose şi Sagarose (agaroza) 495
5.21. Măsurarea temperaturii 495
5.21.1. Scara de culoare a temperaturii (aproximativă) 496
5.21.2. Domeniul de utilizare al termocuplelor (v. vol. III) 496
5.21.3. Temperaturile fixe pentru etalonarea termometrelor şi termocuplelor 496
5.22. Instalaţii de încălzire şi răcire 498
5.22.1. Rezistenţe de încălzire electrică 499
5.22.1.1. Conductori electrici utilizaţi ca rezistenţă de încălzire 499
5.22.1.2. Puterea electrică specifică necesară pentru obţinerea unei anumite temperaturi 499
5.22.1.3. Intensitatea minimă a curentului electric necesar, în A, pentru obţinerea unei anumite temperaturi cu conductori de crom-nichel (15% Cr, 62% Ni, 23% Fe) 500
5.22.1.4. Densitatea de curent maximă (admisă), în A/m^2, pentru obţinerea unei anumite temperaturi cu conductori de Ni-Cr-Fe. 500

5.22.1.5. Puterea electrică admisă pentru suprafaţa de încălzire a conductorilor de Cr-Fe-Ni 501
5.22.2. Materiale refractare pentru construcţia cuptoarelor electrice 501
5.22.2.1. Caracteristicile materialelor utilizate la construcţia cuptoarelor electrice (tuburi, mufe, umpluturi) 502
5.22.2.2. Proprietăţile fizice şi chimice ale materialelor de umplutură a cuptoarelor electrice 503
5.22.3. Substanţe pentru termostate (la temperatura de fierbere) 503
5.22.4. Lichide pentru băi de încălzire şi lichide purtătoare de căldură 504
5.22.5. Topituri de săruri pentru băi 505
5.22.6. Aliaje pentru băi metalice 506
5.22.7. Proprietăţile metalelor utilizate ca lichide de încălzire la temperaturi înalte 506
5.22.8. Metale indicate pentru blocuri de încălzire uniformă 507
5.22.9. Oţeluri aliate utilizate la presiuni şi temperaturi înalte 507
5.22.10. Agenţi frigorifici. Sole de răcire. Soluţii antigel 508
5.22.10.1. Agenţi frigorifici 508
5.22.10.2. Proprietăţile fizice ale unor agenţi frigorifici obişnuiţi 508
5.22.10.3. Proprietăţile fluidelor criogene 509
5.22.10.4. Amestecuri răcitoare cu gheaţă 509
5.22.10.5. Soluţii de răcire 510
5.22.10.6. Amestecuri de răcire cu azot lichid 511
5.22.10.7. Substanţe pentru criostate (la temperatura de topire) 512
5.22.10.8. Substanţe (cu temperatura de fierbere constantă) pentru criostate 512
5.22.10.9. Sole răcitoare şi amestecuri antigel 513
5.22.10.10. Soluţii antigel cu alcool şi apă 513
5.22.10.11. Soluţii antigel cu glicerină şi apă 514
5.22.10.12. Soluţii antigel cu etilenglicol şi apă 514
5.23. Domenii de vid (clasificare convenţională) şi tehnica vidului 514
5.23.1. Domenii de vid (clasificare convenţională) 516
5.23.2. Criterii de alegere a pompelor 516
5.23.3. Unsori şi chituri pentru vid 518
5.23.4. Lichide utilizate la pompe de difuziune şi ejectoare cu vapori 520
5.24. Coloane de fracţionare 521
5.24.1. Amestecuri binare indicate pentru determinarea eficacităţii coloanelor 522
5.24.2. Date de echilibru pentru determinarea eficacităţii coloanelor cu soluţie *n*-heptan-metilciclohexan 522
5.24.3. Date de echilibru pentru determinarea eficacităţii coloanelor cu soluţie benzen tetraclorură de carbon 523
5.24.4. Determinarea numărului de talere teoretice cu amestec benzen-tetraclorură de carbon 523
5.25. Coloane de laborator 524
5.25.1. Caracteristicile coloanei cu spirale Fenske 524
5.25.2. Caracteristicile coloanei cu clopote de sticlă (Bruun) 525
5.26. Site moleculare. Adsorbţie selectivă 525
5.26.1. Caracteristicile generale ale sitelor moleculare 526
5.26.2. Caracteristicile adsorbţiei selective pe site moleculare 526
5.27. Uscarea. Agenţi de uscare 527
5.27.1. Umiditatea gazelor în funcţie de temperatura de condensare (punctul de rouă) 529
5.27.2. Eficacitatea agenţilor de uscare pentru gaze 529
5.27.3. Caracteristicile de utilizare ale agenţilor de uscare 530
5.27.4. Capacitatea de adsorbţie la umiditatea relativă de 5% 531
5.27.5. Comparaţie între caracteristicile de utilizare ale unor agenţi de uscare 531

5.27.6. Presiunea de vapori de echilibru a apei, la 25°C, la diferite încărcări a agenților de uscare 532
5.28. Nomograma pentru determinarea masei moleculare a polimerilor din presiunea osmotică 532
5.29. Nomograma de transformare a vitezei de rotație în forță centrifugă relativă 533
5.30. Proprietățile sticlelor de laborator 534
5.31. Elemente geometrice ale filetelor 535
5.32. Recipiente de oțel pentru gaze comprimate și lichefiate 536
5.32.1. Culorile de identificare a recipientelor transportabile 537
5.32.2. Conținutul maxim admisibil al recipientelor de oțel pentru gaze comprimate și lichefiate 537
5.32.3. Caracteristicile cilindrilor de oțel pentru gaze comprimate și lichefiate 537
5.32.4. Filetele recipientelor de oțel pentru gaze comprimate și lichefiate 537
5.32.5. Presiunea maximă admisibilă în recipientele de oțel pentru gaze comprimate la 15°C 538
5.32.6. Presiunea de probă pentru recipiente de gaze 538
5.33. Caracteristicile siguranțelor electrice cu fir fuzibil 539
5.34. Dimensiuni standard pentru fire (S.W.G.) 540
5.35. Caracteristicile gazelor combustibile 540
5.36. Caracteristicile hîrtiei de filtru 541
5.37. Duritatea apei 543
5.37.1. Definiția durității 543
5.37.2. Transformările gradelor de duritate 543
5.38. Reactivi pentru absorbția gazelor 544
5.39. Lichide de închidere pentru gaze 547
5.40. Prescripții pentru utilizarea instrumentelor din platină și cuarț 547
5.41. Sfaturi și rețete practice de laborator 549
5.42. Agenți de stingere a incendiilor 555

5. DATE PENTRU LABORATOR

5.1. REACTIVI PENTRU ANALIZĂ

5.1.1. Apă distilată

Controlul purității. *Reziduu*: 100 cm^3 apă evaporată pe baia de apă, nu trebuie să lase un reziduu care poate fi cîntărit cu metodele analitice curente.

Cloruri: 100 cm^3 apă cu o picătură HNO_3 diluat și $AgNO_3$ nu trebuie să dea opalescență.

Sulfați: 100 cm^3 apă cu 1 cm^3 HCl conc. și 1 cm^3 $BaCl_2$, după 12 h, nu trebuie să prezinte opalescență.

Nitrați: se prepară o soluție de 0,2g difenilamină în 20 cm^3 H_2SO_4 conc. p.a. și 2 cm^3 apă. Se toarnă 10 cm^3 apă într-o eprubetă și circa 5 cm^3 din soluția de difenilamină, astfel încît să se formeze un strat la fundul eprubetei. La suprafața de separație nu trebuie să apară o colorație albastră.

Amoniac, săruri de amoniu: 50 cm^3 și 10 ... 15 picături reactiv Nessler nu trebuie să dea colorație brună.

Metale grele: se tratează cîte 100 cm^3 apă cu:

— hidroxid de amoniu;
— soluție de hidrogen sulfurat;
— soluție de sulfură de amoniu.

Toate soluțiile trebuie să rămînă neschimbate.

Calciu: 100 cm^3 apă, cu soluție de oxalat de amoniu, nu trebuie să prezinte opalescență.

Substanțe organice, nitriți: 100 cm^3 apă cu 1 cm^3 H_2SO_4 diluat se încălzește la fierbere și se adaugă o picătură de $KMnO_4$(1 : 100). Culoarea trebuie să persiste 3 min.

Bioxid de carbon: 50 cm^3 apă, cu puțină clorură de bariu solidă și hidroxid de sodiu (liber de CO_2), în vas închis, trebuie să rămînă clară.

pH : 6,8 ... 7,00.

5.1.2. Reactivi de laborator pentru utilizări generale

În descrierea preparării reactivilor, volumele se exprimă în ml și l. Un mililitru este echivalent cu 1,0000 cm^3. Masele se exprimă în g. În cele mai multe cazuri, se indică relația cu soluții molare M sau normale N. Pentru diluare se utilizează apă distilată de puritatea descrisă mai înainte.

Acizi. *Acid acetic conc.*: 17,4 M — acid acetic; 99—100%.

Acid acetic 3 N : 172 ml acid acetic 17,4 M (99—100%) se diluează la 1 l.

Acid azotic conc. (15,4 M): acid azotic 69%.

Acid azotic dil. (3 N): 195 ml acid azotic 15,4 M (HNO_3 69%) se diluează la 1 l.

Acid clorhidric conc. (11,6 M) acid clorhidric 36%.

Acid clorhidric dil (3 N): 500 ml acid clorhidric 11,6 M (HCl 36%) se diluează la 1 l.

Acid cloroplatinic 0,1 N: se dizolvă 26,53 g $H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$ în apă și se diluează la 100 ml; soluția conține 0,1 g Pt/ml.

Acid fosforic 9 N: 205 ml acid fosforic 14,6 M (H_3PO_4 85%) se diluează la 1 l.

Acid percloric (în acid acetic) 0,1 N: în 8,5 ml acid percloric 70—72% se adaugă 200 ml acid acetic glacial și apoi 250 ml anhidridă acetică. Soluția se păstrează o oră, în sticlă bine închisă și apoi se aduce la 1 l cu acid acetic glacial.

Acid sulfuric conc. (17,8 M): acid sulfuric 95%.

Acid sulfuric dil. (6 N): 168 ml acid sulfuric 17,8 M (H_2SO_4 95%) se diluează la 1 l.

Apă regală: se amestecă 1 p acid azotic conc. cu 3 p. acid clorhidric conc.

Baze. *Hidroxid de amoniu conc.* (14,8 M): soluție de NH_3 28%.

Hidroxid de amoniu 3 M, 3 N: 200 ml soluție de NH_3 conc. (14,8 M, NH_3 28%) se diluează la 1 l.

Hidroxid de bariu 0,2 M, 0,4 N: soluție saturată, 63 g $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ la 1l. Se utilizează un mic exces, se filtrează $BaCO_3$ și se protejează de CO_2 din aer, cu un tub cu ascarit.

Hidroxid de calciu 0,02 M, 0,04 N: soluție saturată, 1,5 g $Ca(OH)_2$ la 1 l. Se utilizează un mic exces, se filtrează $CaCO_3$ și se protejează de CO_2 din aer, cu un tub cu ascarit.

Hidroxid de potasiu 3 M, 3 N: se dizolvă 176 g granule de KOH (95%) în apă și se diluează la 1 l.

Hidroxid de sodiu 3 M, 3 N: se dizolvă 126 g granule de NaOH (95%) în apă și se diluează la 1 l.

Hidroxid de tetrabutilamoniu 0,1 N: se dizolvă 40 g iodură de tetrabutil amoniu în 50 ml metanol absolut, într-o sticlă cu dop șlefuit, răcită în gheață. Se adaugă 20 g oxid de argint p.a. Se astupă sticla imediat și se agită timp de 1 min. Menținînd sticla tot timpul în gheață, se agită din cînd în cînd, timp de o oră. Soluția se filtrează sub azot și se spală precipitatul cu 50 ml metanol absolut în 2—3 porțiuni. Filtratul și soluțiile de spălare reunite se aduc la 1 l cu benzen uscat. Final se mai barbotează azot purificat prin soluție, timp de 5 min.

Soluții de săruri. *Aluminiu, azotat de* 0,5 N: 58 g $Al(NO_3)_3 \cdot 7{,}5H_2O$ + 1 000 ml apă.

Aluminiu, clorură de 0,5 N: 40,25 g $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 1 000 ml apă.

Aluminiu, sulfat de 0,5 N: 56 g $Al\ (SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 1 000 ml apă.

Amoniu, acetat de 3 N: se dizolvă 230 g $NH_4C_2H_3O_2$ în apă și se diluează la 1 l.

Amoniu, azotat de 1 N: se dizolvă 80 g NH_4NO_3 în 1 000 ml apă.

Amoniu, carbonat de 1,5 N: 144 g carbonat de amoniu + 500 ml NH_4OH 3 N, se diluează la 1 l.

Amoniu, clorură de 3 N: se dizolvă 160 g NH_4Cl în apă și se diluează la 1 l.

Amoniu, fosfat de: se dizolvă 13 g $(NH_4)_2HPO_4$ în apă și se diluează la 100 ml.

Amoniu, molibdat de: 1) Soluție, 1N: se amestecă bine 72 g MoO_3 pur (sau 81 g H_2MoO_4) cu 200 ml apă și se adaugă 60 ml hidroxid de amoniu conc. După ce dizolvarea este completă, se filtrează și se toarnă filtratul, foarte încet și cu agitare rapidă, într-un amestec de 270 ml HNO_3 conc. și 400 ml apă. Se lasă să stea pînă a doua zi, se filtrează și se diluează la 1 l.

2) Reactivul este preparat sub forma a două soluții, care se amestecă în momentul întrebuințării, permițînd astfel obținerea unui reactiv proaspăt, cu compoziția necesară. Întrucît molibdatul de amoniu este un reactiv scump și soluția acidă a acestui reactiv, preparată în mod obișnuit, se păstrează numai cîteva zile, această metodă de preparare a reactivului, evită pierderi de reactivi și dă rezultate mai sigure, pentru operații cantitative.

Soluția 1: se dizolvă 100 g molibdat de amoniu c.p. în 400 ml apă și 80 ml NH_4OH 14,8 M·

Soluția 2: se amestecă 400 ml acid azotic 16 M cu 600 ml apă.

În momentul utilizării, se amestecă procentul necesar de soluție 1 cu de două ori volumul ei de soluție 2, adăugînd încet soluția 1 în soluția 2.

Amoniu, oxalat de 0,5 N: se dizolvă 35,5 g $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ în apă și se diluează la 1 l.

Amoniu, sulfat de 0,5 N: 33 g $(NH_4)_2SO_4$ + 1 000 ml apă.

Amoniu, sulfură de 6 N *(incoloră)*: se saturează cu H_2S gazos, curat, hidroxid de amoniu 6 N (40 ml NH_4OH conc. + 60 ml H_2O) (circa 48 h pentru 2 l, în vase pline cu NH_4OH şi răcite cu gheaţă); se păstrează în sticle brune, bine închise, complet umplute.

Amoniu, sulfură de (galbenă): se saturează 150 ml soluţie amoniac (28%) cu H_2S gazos, se adaugă 250 ml soluţie amoniac (28%) şi 10 g sulf pulbere, se agită amestecul pînă la dizolvarea completă a sulfului şi se diluează cu apă la 1 l; în această soluţie concentraţiile în $(NH_4)_2S_2$, $(NH_4)_2S$ şi NH_4OH sînt respectiv 0,625 N, 0,4 N şi 1,5 N; prin conservare concentraţia în $(NH_4)_2S_2$ se măreşte, iar concentraţiile $(NH_4)_2S$ şi NH_4OH se micşorează.

Amoniu, tiocianat de 1 N: se dizolvă 76 g NH_4SCN într-un litru de apă.

Antimoniu (V), clorură de 0,5 N: 30 g $SbCl_5$ + 1 000 ml HCl 6N.

Antimoniu (III), clorură de 0,5 N: 38 g $SbCl_3$ + 1 000 ml HCl 6N.

Argint, azotat de 0,5 N: se dizolvă 85 g $AgNO_3$ în apă, se diluează la 1 l.

Bariu, azotat de 0,5 N: 65 g $Ba(NO_3)_2$ + 1 000 ml apă.

Bariu, clorură de 0,5 N: se dizolvă 61 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ în apă şi se diluează la 1 l.

Bismut, azotat de 0,25 N: 40 g $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ + 1 000 ml HNO_3 (1 : 5).

Bismut, clorură de 0,5 N: 53 g $BiCl_3$ + 1 000 ml HCl (1 : 5).

Brom, apă de: soluţie apoasă, saturată de brom; se păstrează în sticle brune, bine închise.

Cadmiu, azotat de 0,5 N: 77 g $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ + 1 000 ml apă.

Cadmiu, clorură de 0,5 N: 46 g $CdCl_2$ + 1 000 ml apă.

Cadmiu, sulfat de 0,5 N: 70 g $CdSO_4 \cdot 4H_2O$ + 1 000 ml apă.

Calciu, azotat de 0,5 N: 59 g $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ sau 41 g $Ca(NO_3)_2$ + 1 000 ml apă.

Calciu, clorură de 0,5 N: se dizolvă 55 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ în apă şi se diluează la 1 l.

Clor, apă de: soluţie apoasă saturată de clor; poate fi preparată şi prin adăugarea de HCl (35—38%) la o soluţie de $KClO_3$ 5%; se prepară în momentul utilizării.

Crom, azotat de 0,5 N: 40 g $Cr(NO_3)_3$ + 1 000 ml apă.

Crom, clorură de 0,5 N: 45 g $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ sau 26 g $CrCl_3$ + 1 000 ml apă.

Crom, sulfat de 0,5 N: 60 g $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 1 000 ml apă.

Cobalt, azotat de 0,5 N: 73 g $Co\ (NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ + 1 000 ml apă.

Cobalt, sulfat de 0,5 N: 70 g $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ + 1 000 ml apă.

Cupru, azotat de 0,5 N: 74 g $Cu\ (NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ + 1 000 ml apă.

Cupru, clorură de 0,5 N: 43 g $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ + 1 000 ml apă.

Cupru, sulfat de 1 N: se dizolvă 124,8 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ în apă care conţine 5 cm^3 H_2SO_4 ($d = 1{,}84$) şi se diluează la 1 l.

Fier (III), azotat de 0,5 N: 67 g $Fe(NO_3) \cdot 9H_2O$ + 1 000 ml apă acidulată cu HNO_3.

Fier (III), clorură de 1,5 N: se dizolvă 135,2 g $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ cu apă acidulată cu 20 cm^3 HCl ($d = 1{,}19$) şi se diluează la 1 l.

Fier (III), sulfat de 0,5 N: se dizolvă 140,5 g $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ în apă acidulată cu 100 cm^3 H_2SO_4 ($d = 1{,}84$) şi se diluează la 1 l.

Fier (II), sulfat de 1 N: se dizolvă 139 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ în apă care conţine 10 ml H_2SO_4 conc. şi se diluează la 1 l. Soluţia nu se păstrează bine.

Fier (II) şi amoniu, sulfat de 1 N: se dizolvă 196 g $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ în apă acidulată cu 10 cm^3 H_2SO_4 ($d = 1{,}84$) şi se diluează la 1 l; este recomandabil să se utilizeze soluţie proaspătă.

Magneziu, azotat de 0,5 N: 64 g $Mg(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$ + 1 000 ml apă.

Magneziu, reactiv de clorură de: se dizolvă 50 g de $MgCl_2 \cdot 6\ H_2O$ şi 100 g NH_4Cl în 500 ml apă. Se adaugă 10 ml. NH_4OH conc., se lasă să stea pînă a doua zi şi se filtrează, dacă s-a format un precipitat. Se acidulează cu HCl, pînă la reacţie acidă faţă de roşu de metil, se diluează la 1 l. Soluţia conţine $MgCl_2$ 0,25 M şi NH_4Cl 2 M. Soluţia se poate de asemenea dilua cu 133 ml NH_4OH conc. şi cu apă pînă la 1 l. O astfel de soluţie conţine NH_4OH 2 M.

Magneziu, sulfat de 0,5 N: 62 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ + 1 000 ml apă.

Mangan (II), azotat de 0,5 N: 72 g $Mn(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$ + 1 000 ml apă.

Mangan (II), clorură de 0,5 N: 50 g $MnCl_2 \cdot 4\ H_2O$ + 1 000 ml apă.

Mangan (II), sulfat de 0,5 N: 69 g $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ + 1 000 ml apă.

Mercur (II), azotat de 0,5 N: 81 g $(NO_3)_2$ + 1 000 ml HNO_3 1 N.

Mercur (II), clorură de 0,5 N: se dizolvă 68 g $HgCl_2$ în apă și se diluează la 1 l.

Mercur (II), sulfat de 0,5 N: 74 g $HgSO_4$ + 1 000 ml apă.

Mercur (I), azotat de 1 g $HgNO_3$ se dizolvă în 20 cm³ apă care conține 1 ml HNO_3 (d = 1, 42).

Nichel, azotat de 0,5 N: 73 g $Ni(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$ + 1 000 ml apă.

Nichel, clorură de 0,5 N: 59 g $NiCl_2 \cdot 6\ H_2O$ + 1 000 ml apă.

Nichel, sulfat de 0,5 N: 66 g $NiSO_4 \cdot 6\ H_2O$ + 1 000 ml apă.

Plumb, acetat de 1 N: se dizolvă 190 g $Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$ în apă și se diluează la 1 l.

Plumb, azotat de 0,5 N: 83 g $Pb(NO_3)_2$ + 1 000 ml apă.

Potasiu, azotat de 0,5 N: 51 g KNO_3 + 1 000 ml apă.

Potasiu, bicromat de 0,125 M: 37 g $K_2Cr_2O_7$ + 1 000 ml apă.

Potasiu, bromură de 0,5 N: 60 g KBr + 1 000 ml apă.

Potasiu, carbonat de 3N: 207 g k_2CO_3 + 1 000 ml apă.

Potasiu, cianură de 0,5 N: 33 g KCN + 1 000 ml apă.

Potasiu, clorură de 0,5 N: 37 g KCl + 1 000 ml apă.

Potasiu, cromat de 0,5 N: 49 g k_2CrO_4 + 1 000 ml apă.

Potasiu, fericianură de 0,5 N: 55 g $K_3Fe(CN)_6$ + 1 000 ml apă; e recomandabil să se prepare, în cantități mici, în momentul întrebuințării.

Potasiu, ferocianură de 2 N: 211 g $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ + 1 000 ml apă.

Potasiu, iodură de 0,5 N: 83 g KI + 1 000 ml apă.

Potasiu, sulfat de 0,5 N: 44 g K_2SO_4 + 1 000 ml apă.

Sodiu, acetat de 3N: se dizolvă 408 g $NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$ în apă și se diluează la 1 l.

Sodiu, azotat de 0,5 N: 43 g $NaNO_3$ + 1 000 ml apă.

Sodiu, carbonat de 3 N: se dizolvă 159 g Na_2CO_3 sau 430 g $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ în apă și se diluează la 1 l.

Sodiu, clorură de 0,5 N: 29 g NaCl + 1 000 ml apă.

Sodiu, fosfat de 0,5 N: 60 g $Na_2HPO_4 \cdot 12\ H_2O$ + 1 000 ml apă.

Sodiu, sulfat de 0,5 N: 36 g NO_2SO_4 + 1 000 ml apă.

Sodiu, sulfură de 1 N: se dizolvă 120 g $Na_2S \cdot 9\ H_2O$ în apă și se diluează la 1 l; sau se saturează 500 ml NaOH 1 N cu H_2S la rece și apoi se diluează cu NaOH 1 N la 1 l.

Staniu (IV), clorură de 0,5 N: 33 g $SnCl_4$ + 1 000 ml apă.

Staniu (II), clorură de 1 N: se dizolvă 113 g $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ în 170 ml HCl (d = 1,19), la cald dacă este necesar și se diluează cu apă la 1 l, se adaugă cîteva bucăți de staniu metalic; se folosește soluție proaspăt preparată.

Staniu (II), clorură de (pentru proba Bettendorf): se dizolvă 113 g $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ în 75 ml HCl (d = 1,19) și se adaugă cîteva bucăți de staniu metalic.

Stronțiu, clorură de 0,5 N: 67 g $SrCl_2 \cdot 6\ H_2O$ + 1 000 ml apă.

Zinc, azotat de 0,5 N: 74 g $Zn\ (NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$ + 1 000 ml apă.

Zinc, sulfat de 0,5 N: 72 g $Zn\ SO_4 \cdot 7H_2O$ + 1 000 ml apă.

5.1.3. Reactivi analitici speciali

Alizarină S (sarea de sodiu a acidului alizarin 3 sulfonic): soluție apoasă 0,1% filtrată după preparare; reactiv pentru aluminiu (calitativ și cantitativ), fluoruri (calitativ și cantitativ), zirconiu (calitativ).

Aluminon (calitativ pentru Al^{3+}): 1 g aluminon (sarea de amoniu a acidului aurintricarbonic, se dizolvă prin agitare puternică, în 1 000 ml apă.

Amidon, soluție: se amestecă bine 1 g amidon solubil cu 10 cm³ apă rece și se toarnă sub agitare continuă în 200 cm³ apă fierbinte; se utilizează soluția clară, după limpezire reactiv pentru I_2 liber.

1-Amino-2-naftol-4-sulfonic, acid; reactiv pentru fosfați.

Amoniu, benzoat de: soluție apoasă saturată; reactiv cantitativ pentru V în prezența de Mg, Al, Cu, Mo, W, Ti, în absență de Fe și Cr.

Antranilic, acid: reactiv cantitativ pentru Zn, Hg.

Azorubină: soluție apoasă 0,01%; reactiv pentru nitrați și nitriți.

Bang, reactivul lui: (pentru determinarea glucozei); se dizolvă 100 g K_2CO_3, 66 g KCl și 160 g $KHCO_3$ în această ordine, în 700 cm³ apă la 30°C, se adaugă 4,4 g $CuSO_4$ și se diluează la 1 l, după degajarea CO_2. Se agită în vas închis. După 24 h un volum de 300 cm³ din soluție sînt diluați la 1 l cu soluție saturată de KCl, se agită și se poate întrebuința după 24 h; 50 cm³ corespund la 10 mg glucoză.

Barfoed, reactivul lui: v. Cupru (II), acetat.

Baudisch, reactivul lui: v. Cupferon.

Benedict, soluția lui (proba calitativă a glucozei): se dizolvă la cald 173 g citrat de sodiu și 100 g Na_2CO_3 în 800 ml apă, se filtrează dacă este necesar și se diluează la 850 ml, se dizolvă 17,3 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ în 100 ml apă și se adaugă această soluție sub agitare continuă, în soluția de citrat — carbonat de sodiu, diluîndu-se la 1 l.

Benzidină: 1) soluție 0,1% în acid acetic; reactiv pentru Ce, cianuri, Ge, Sr (în prezența de Pt), P, HCN în gaze; 2) soluție de 2,3g în 100 ml HCl 5%; reactiv pentru recunoașterea și dozarea Mn.

Benzidină, clorhidrat (pentru determinarea SO_4^{2-}): se face o pastă de 8 g $C_{12}H_8(NH_2)_2 \cdot 2HCl$ în 20 ml apă, se adaugă 20 ml HCl ($d = 1{,}12$) și se diluează la 1 l; 1 ml este echivalent cu 0,00357 g H_2SO_4.

Berg, reactivul lui: v. Oxină.

Bertrand, reactivul lui (determinarea glucozei): a) se dizolvă 200 g tartrat de sodiu și potasiu și 150 g NaOH în 1 l apă; b) se dizolvă 40 g $CuSO_4$ în apă și se diluează la 1 l; c) se dizolvă 50 g $Fe_2(SO_4)_3$ și 200 g H_2SO_4 ($d = 1{,}84$) în apă și se diluează la 1 l; d) se dizolvă 5 g $KMnO_4$ în apă și se diluează la 1 l.

Bial, reactivul lui (pentru pentoze): se dizolvă 1 g orcină în 500 ml HCl 30% și în soluție se adaugă 30 picături $FeCl_3$ 10%.

Bieber, reactivul lui: 1 p HNO_3 fumans, 1 p. H_2SO_4 conc., 1 p. H_2O; în proporție de 1: 5, dă o colorație specifică cu ulei vegetal.

Boutron — Boudet, soluție de săpun: a) se încălzește 100 g ulei de măsline și 40 g oxid de Pb(PbO) agitîndu-se continuu pînă cînd întreaga masă devine moale. Se adaugă 72 g ceruză (alb de plumb) bine pulverizată și proaspăt cernută. Se continuă încălzirea, adăugînd destulă apă distilată pentru a evita lipirea de fund și arderea uleiului și agitînd continuu, pînă la formarea săpunului insolubil de plumb; b) într-o capsulă se înmoaie pe o baie de apă 150 g săpun de plumb preparat ca la a), se adaugă 40 g K_2CO_3 și se amestecă pînă la omogenizarea masei. Se extrage cu alcool 90%, se lasă să se depună și se filtrează lichidul. Se distilă alcoolul. Se usucă săpunul pe baia de apă, pînă la evaporarea completă a apei; c) se dizolvă 10 g săpun de potasiu în 260 g alcool metilic 56% vol., se filtrează și se titrează cu această soluție, după metodă, 40 ml $Ba(NO_3)_2$ de 10 grade germane 0,4662 g $Ba(NO_3)_2$ uscat la 100°C dizolvat într-un litru de soluție. Dacă soluția de săpun este mai concentrată, se diluează cu alcool metilic 56%.

Brom cresol purpur, indicator (acid-bază): se dizolvă 50 mg indicator în 100 ml alcool etilic 95%.

Brom timol albastru, indicator — (acid-bază): se dizolvă 100 mg indicator în 100 ml alcool de 95%.

Brucke, reactivul lui: v. Iodură de potasiu + iodură mercurică.

Brucină (reactiv pentru nitrați: 1) soluție 0,02% în H_2SO_4; 2) soluție 5% în $CHCl_3$ pentru calorimetrie.

Cacotelină (Hidrat de nitrobrucichinonă): soluție apoasă saturată reactiv pentru recunoașterea Sn (II), V (III) în soluție acidă.

Cadion 2 B: v. 4 - Nitronaftalină-diazoaminobenzen-4-azobenzen.

α - Chinaldinic, acid: se neutralizează 5 g acid chinaldinic cu NaOH și se diluează la 150 ml; reactiv cantitativ pentru Cu (și separarea lui de Cd, P, As, Ni, Co, Mn), Cd, U (VI), Zn, Fe (colorimetric).

Chinalizarină (1, 2, 5, 8-Tetrahidroxi-antrachinonă): 1) soluție alcoolică saturată sau soluție proaspătă 0,05% în NaOH 0,1 N; reactiv calitativ pentru Be; 2) soluție alcoolică 0,01%

pentru recunoaşterea Ga (coloraţie roşie-ametist); 3) soluţie de 10...20 mg în 100 ml alcool (coloraţie sau precipitat albastru cu Mg); 4) soluţie 0,01% în H_2SO_4 conc. (pentru determinarea colorimetrică a borului).

Chromotrop 2B: v *p*-Nitrobenzen-azocromotropic, acid.

Cinconină: se dizolvă 125 g cinconină în 1 l HCl (1 : 1); reactiv cantitativ pentru W.

Cinconină + iodură de potasiu: se amestecă 5 g cinconină cu cantitatea necesară de HNO_3 conc., pentru a forma o pastă; se dizolvă pasta în apă, se diluează la circa 50 ml, se adaugă pînă la 250 ml soluţie care conţine 10 g KI, se diluează apoi la 500 ml, se lasă să stea 48 h şi se filtrează; reactiv pentru recunoaşterea bismutului (coloraţie sau precipitat roşu portocaliu).

Clarke, soluţie de săpun: se dizolvă 20 g săpun de potasiu în 600 ml alcool de 90%, se filtrează şi se adaugă 400 ml apă distilată. Stabilirea titrului se face cu 100 ml soluţie de clorură de bariu de 12 grade germane 10,523 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ la 1 l soluţie; 45 ml soluţie de săpun trebuie să dea spuma prescrisă.

Cobalticianură, hîrtie cu (proba Rinnmann pentru Zn): se dizolvă 4 g $K_3Co(CN)_6$ şi 1 g $KClO_3$ în 100 ml apă; se înmoaie hîrtia de filtru în soluţie şi se usucă la 100°C. O picătură din soluţia în care se caută Zn^{2+}, pe hîrtie, după ardere într-o capsulă, dă o pată verde.

Codeină, fosfat de: soluţie apoasă 4%; reactiv pentru recunoaşterea şi determinarea colorimetrică a seleniului.

Congo, roşu de: se dizolvă 0,5 g roşu de Congo în 90 ml apă distilată şi 10 ml alcool.

Cristal violet: indicator pentru titrare acid-bază, în mediu neapos; 0,2 g cristal violet în 100 ml acid acetic glacial.

Cupferon (sarea de amoniu a nitrozofenil - hidroxil aminei) reactivul lui Baudisch: se dizolvă 6 g în 100 ml apă; reactivul se conservă cel mult o săptămînă la întuneric, este folosit pentru dozarea Fe, Ti.

Cupron (benzoin — oximă): se dizolvă 5 g în 100 ml alcool de 90°; reactiv pentru Mo, Cu.

Cupru (II), acetat de (reactivul lui Barfoed pentru monozaharide): se dizolvă 66 g acetat de Cu (II) în 10 ml acid acetic glacial şi se diluează la 1 l cu apă.

Cupru (I), clorură de (acidă): 1) se dizolvă 340 g $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ în 600 ml HCl ($d = 1,19$) şi se reduce cu 190 ml soluţie saturată de $SnCl_2$. Soluţia de $SnCl_2$ se prepară prin dizolvarea a 300 g Sn metalic în HCl ($d = 1,19$); 2) (metoda lui Winkler): se adaugă unei soluţii preparate din 650 ml HCl ($d = 1,19$) şi 325 ml H_2O, un amestec de 86 g Cu_2O şi 17 g Cu metalic fin divizat, preparat din CuO şi H_2. După adăugarea treptată a amestecului şi sub agitare puternică se introduce în soluţie o spirală de sîrmă de Cu pînă la fundul vasului. Se agită de repetate ori şi cînd soluţia devine incoloră, este bună pentru utilizare.

Cupru (I), clorură de (amoniacală), reactiv pentru CO în analiza gazelor: 1) soluţia de clorură cuproasă acidă preparată ca mai înainte se tratează cu NH_4OH pînă la miros persistent de amoniac; trebuie să se menţină un exces de cupru metalic în soluţie; 2) se prepară o soluţie din 200 g $CuCl_2$, 250 g NH_4Cl şi 750 ml H_2O; înainte de întrebuinţare se amestecă 3 vol. soluţie de clorură cuproasă cu 1 vol. amoniac conc. ($d = 0,91$); soluţia se păstrează în contact cu o cantitate mică de cupru metalic în sticle bine închise.

Cupru oxid, amoniacal (reactivul lui Schweitzer), dizolvă bumbac şi mătase, dar nu lînă. Se dizolvă 5 g sulfat de cupru (II) în 100 ml apă la fierbere şi se adaugă NaOH pînă la dizolvare completă. Se spală bine precipitatul şi se dizolvă în cantitatea minimă de NH_4OH.

Curcumină-hîrtie: hîrtie albă impregnată cu tinctură de curcumină şi uscată.

Curcumină, tinctură de (reactiv pentru boraţi): se tratează rădăcină de „curcumă" de multe ori cu apă care se aruncă. Reziduul se usucă şi se extrage mai multe zile cu o cantitate de alcool de şase ori greutatea reziduului şi apoi se filtrează.

5,7-Dibrom-8-oxichinolină: 1) soluţie 0,5% în HCl 5 N; 2) soluţie saturată (circa 0,3% în acetonă); reactiv pentru microdeterminarea gravimetrică a cuprului.

Diclorfluoresceină: se prepară prin condensarea 4-clor-resorcinei cu anhidridă ftalică şi se foloseşte ca soluţie 0,1% în alcool de 60—70%; indicator în metoda argentometrică după Fajans, mai bun decît fluoresceina.

Dietil ditiocarbamat de sodiu: soluție apoasă 0,1% stabilă cîteva săptămîni; reactiv pentru recunoașterea și dozarea colorimetrică a Cu, dozarea Zn, în cantități mici.

Difenilamină (reactiv pentru acid azotic): 1 g difenilamină în 100 ml H_2SO_4 conc.

Difenilamină (reactiv pentru viscoză): 0,2 g în 100 ml H_2SO conc.

Difenilamină-sulfonat (pentru titrarea fierului cu $K_2Cr_2O_7$): se dizolvă 0,32 g sare de bariu a acidului difenilaminsulfonic în 100 ml apă, se adaugă 0,5 g sulfat de sodiu și se filtrează soluția de precipitatul de $BaSO_4$ format.

Difenilcarbazidă: se dizolvă 0,2 g difenil carbazidă în 10 ml acid acetic glacial și se diluează în 100 ml cu alcool etilic de 95%; reactiv pentru recunoașterea și dozarea colorimetrică a Cd, Cr (în cromat) Hg, Mo.

Difenilcarbazonă: soluție saturată în alcool, reactiv pentru recunoașterea mercurului.

Difeniltiocarbazonă (Ditizonă): 1—10 mg soluție de dizitonă în 100 ml CCl_4 sau $CHCl_3$; se poate păstra timp de 4—8 săptămîni, dar ferită de oxidare și lumină; reactiv pentru recunoașterea și dozarea Pb și a altor metale: Zn, Hg, Cu, Ag, Co, Cd, Tl.

2,5-Dimercapto-1,3,4,-tiodiazol: soluție 2% în KOH 0,1 N; reactiv pentru Bi (precipitat roșu).

p-Dimetilaminoazofenilarseniat de zirconiu: reactiv pentru recunoașterea F (precipitat roșu).

p-Dimetilaminoazofenilarsonic, acid: reactiv pentru recunoașterea și dozarea colorimetrică a Zr.

p-Dimetilaminobenziliden-rodanină: 1) soluție 0,03% în alcool sau acetonă, pentru recunoașterea Ag; 2) soluție alcoolică saturată, pentru recunoașterea Au, Pd.

Dimetilglioximă (diacetildioximă, reactivul lui Ciugaev) 0,01 N: se dizolvă 0,6 g dimetilglioximă $(CH_3CNOH)_2$ în 500 ml alcool etilic 95%; reactiv pentru recunoașterea și dozarea Ni, Pd; recunoașterea Bi, Te.

p-Dipicrilamină (hexanitrodifenilamină, reactivul lui Poluectov): soluție de 0,2 g în 20 ml apă ce conține 2 ml Na_2CO_3 1 N; reactiv pentru macro și microdozarea K în analiza gravimetrică, volumetrică, și colorimetrică.

α, α′-Dipiridil: se dizolvă 1 g α, α′-dipiridil în 10 ml HCl 1 N și se diluează cu apă la 100 ml; reactiv pentru recunoașterea și dozarea Fe (II).

Ditiooxalat de potasiu: soluție apoasă 0,1%; reactiv pentru dozarea colorimetrică a Ni.

Ditizonă — v. Difeniltiocarbazonă.

Ehrlich, reactivul lui: soluție de 1 g *p*-dimetilaminobenzaldehidă în 100 g HCl (1 : 1); reactiv pentru recunoașterea calitativă a pirolului și indolului.

Esbach, reactivul lui (dozarea proteinelor): soluție apoasă de 10 g acid picric și 20 g acid citric la 1000 ml.

Eschka, amestec: se amestecă bine două părți de magnezie calcinată (MgO) cu o parte carbonat de sodiu anhidru (Na_2CO_3).

Etilendiamină + tiosulfat: reactiv pentru Ni.

Fehling, soluție, reactiv pentru reducerea zaharurilor: a) se dizolvă 34,66 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ în apă și se diluează la 500 ml; b) se dizolvă 173 g tartrat de sodiu și potasiu (sare Rochelle $KNaC_4H_4O_4 \cdot 4H_2O$) și 50 g de NaOH și după răcire, se diluează la 500 ml. În momentul utilizării, se amestecă volume egale din ambele soluții.

Fenol-hipoclorit de sodiu: amestec de soluție apoasă 4% fenol și soluție apoasă 5% hipoclorit de sodiu; reactiv pentru recunoașterea sărurilor de amoniu în cantități mici.

Fenol-disulfonic, acid: se dizolvă fenol pur în H_2SO_4 conc.; reactiv pentru recunoașterea nitraților în soluție alcalină (chiar în prezența nitriților).

Fenol-sulfonic, acid (determinarea azotului ca nitrat): se dizolvă 25 g fenol în 750 ml H_2SO_4 conc., se adaugă 75 ml H_2SO_4 fumans (15% SO_3), se agită bine și se încălzește două ore la 100°C.

Ferron: v. 7-Iod-8-oxichinolin-5-sulfonic, acid.

Fischer Karl, reactivul lui (pentru determinarea apei): a) 126 g iod metalic se dizolvă în 600 CH_3OH deshidratat; b) se barbotează SO_2 în 100 ml piridină deshidratată, pînă cînd volumul soluției ajunge 200 ml. Final, se amestecă soluția a) cu soluție b) (răcind tot timpul cu gheață) și se adaugă 250 ml piridină. Deshidratarea metanolului se face cu șpan de magneziu și cîteva cristal de iod. Deshidratarea piridinei se face cu KOH și distilare ulterioară.

Fluoroglucină (reactiv pentru pentosani) soluţie 3% fluoro-glucină în alcool; se păstrează în sticle brune.

Fluoresceină soluţie apoasă 0,02%; reactiv pentru recunoaşterea bromului pus în libertate de un agent oxidant; indicator în metoda argentometrică după Fajans.

Folin, reactivul lui (pentru acid uric): în 650 ml apă se adaugă 500 g $(NH_4)_2SO_4$, 5 g acetat de uranil şi 6 g acid acetic glacial, se diluează la 1 l.

Formaldehidă-acid sulfuric (reactivul lui Marquis pentru alcaloizi): 10 ml soluţie de CH_2O (35%) + 50 ml H_2SO_4.

Formaldoximă: se dizolvă 20 g trioximetilen şi 47 g sulfat de hidroxilamină în 100 ml apă fierbinte; reactiv pentru cunoaşterea şi dozarea Mn (II).

Fosfomolibdenic, acid (reactivul lui Sonnenschein pentru alcaloizi): 1) se prepară fosfomolibdatul de amoniu, se spală cu apă, se fierbe cu HNO_3 şi se îndepărtează amoniacul; se evaporă apoi la uscare şi se dizolvă în HNO_3 2N; 2) se dizolvă molibdatul de amoniu în HNO_3 şi se tratează cu acid fosforic, se filtrează, se spală precipitatul şi se fierbe cu apă regală pînă ce sarea de amoniu este descompusă, se evaporă la uscare; reziduul dizolvat în HNO_3 10% este reactivul lui Sonnenschein.

Fosforic, acid-sulfuric acid (amestec): 150 ml H_2SO_4 conc. şi 100 ml H_3PO_4 (85%) se diluează cu apă la 1 l.

Fosfowolframic, acid (reactivul lui Scheibler pentru alcaloizi): 1) se dizolvă 20 g wolframat de sodiu şi 15 g fosfat de sodiu în 100 ml apă, care conţine o cantitate mică de HNO_3; 2) reactivul este o soluţie de 10% acid fosfowolframic în apă; acidul fosfowolframic se prepară prin evaporarea unui amestec de 10 g wolframat de sodiu dizolvat în 5 g acid fosforic ($d = 1{,}13$) şi atîta apă fierbinte pentru a forma o soluţie; se separă cristalele de acid fosfowolframic.

Frõhde, reactivul lui: v. sulfomolibdenic, acid.

Fucsină (reactiv pentru bumbac): se dizolvă 1 g fucsină în 100 ml alcool.

Fucsină-acid sulfuros, reactiv (pentru aldehide şi brom): se dizolvă 0,2 g fucsină în 120 ml apă caldă, se răceşte şi se adaugă o soluţie de 2,5 g sulfit de sodiu în 20 ml apă, apoi se adaugă 4 ml HCl, se diluează la 200 ml şi se lasă să stea o oră. Trebuie preparată proaspătă înainte de întrebuinţare.

Galben de titan (Galben tiazol): soluţie apoasă 0,1—0,2%; reactiv pentru recunoaşterea Mg în soluţie alcalină (coloraţie roşie).

Gelatină (reactiv pentru tanin): soluţie apoasă de 1g gelatină şi 10 g clorură de sodiu în 100 ml.

Gunzberg, reactivul lui (recunoaşterea HCl în sucul gastric): soluţie care conţine 4 g fluoroglucină şi 2 g vanilină în 100 ml alcool etilic absolut.

Hager, reactivul lui: v. Picric acid.

Hanus, soluţia lui (pentru indice de iod): se dizolvă la cald 13,2 g iod în 1 l acid acetic glacial, după răcire se adaugă 3 ml brom, soluţia se păstrează ferită de lumină.

Hexametilentetraamină-iodură de alil — soluţie apoasă 10%; reactiv pentru dozarea cantitativă a Cd.

Hidroxilamină, clorhidrat (pentru determinarea metalelor grele cu ditizonă): se dizolvă 10 g clorhidrat de hidroxilamină în 30 ml apă, se adaugă cîteva picături de albastru de timol şi soluţie de NH_3 10%, pînă cînd soluţia devine galbenă. Se adaugă 10 ml soluţie de dietilditiocarbamat de sodiu 5% şi se lasă să stea 5 min. Apoi, se extrage cu porţiuni mici de cloroform, pînă cînd cloroformul nu se mai îngălbeneşte la agitare cu o soluţie diluată de $CuSO_4$. Final se adaugă HCl 10% pînă cînd soluţia devine roz şi se diluează la 50 ml.

Hubl, soluţia lui (pentru indice de iod) se dizolvă 25 g iod în 500 ml alcool etilic 95% se dizolvă 30 g $HgCl_2$ în 500 ml alcool 95%; se amestecă părţi egale din aceste soluţii cu cel puţin 48 h înainte de întrebuinţare; 25 ml din acest amestec, trebuie să corespundă la cel puţin 30 ml $Na_2S_2O_3$ 0,1 N.

Ilinschi, reactivul lui: v. α-Nitro-β-naftol.

Ilosvay, reactivul lui (pentru recunoaşterea şi determinarea α-acetilenelor): se dizolvă 15 $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ şi 30 g NH_4Cl în 400 ml apă, se adaugă 80 ml NH_3 conc. se amestecă, se adaugă o soluție de 60 g clorhidrat de hidroxilamină ($NH_2OH \cdot HCl$) dizolvat în 200 ml apă, se aduce la 1 l. Se păstrează în sticle închise la culoare, în absența aerului.

Indigo, soluție de: se dizolvă 0,22 g indigo carmin în 80 ml H_2O, se adaugă 10 ml HCl, se diluează la 100 ml.

Iod, tinctură de: în 50 ml apă se adaugă 70 g iod și 50 g KI se diluează, la 1 l, cu alcool.

Iod + iodură de potasiu (reactivul lui Wagner pentru alcaloizi): se dizolvă 2 g iod și 6 g KI în 100 ml apă.

7-Iod-8-oxichinolin-5-sulfonic, acid (Ferron) — soluție apoasă 0,2%; reactiv pentru dozarea colorimetrică a Fe (III).

Kairină (clorhidrat de N-etil-8-oxitetrahidrochinolină); soluție apoasă 0,5%; reactiv pentru recunoașterea As (III).

Magneziu, mixtură de (reactiv pentru fosfați și arseniați): 1) se dizolvă 55 g $MgCl_2$ cristalizat și 105 g NH_4Cl în apă acidulată cu HCl și se diluează la 1 l; hidroxidul de amoniu se poate adăuga înainte de folosire; 2) 100 g $MgSO_4$, 200 g NH_4Cl, 400 ml NH_4OH și 800 ml apă.

Magneziu-uranil, acetat de (reactiv pentru Na): se dizolvă 100 g $UO_2(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2H_2O$ în 60 ml acid acetic glacial și se diluează la 500 ml; se dizolvă 330 g $Mg\ (C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$ în 60 ml acid acetic glacial și se diluează la 200 ml. Se încălzesc soluțiile la fierbere pînă la clarificare, se toarnă soluția de acetat de magneziu în soluția de acetat de uranil, se răcesc și se diluează la 1 l; se lasă să stea peste noapte și se filtrează dacă este nevoie.

Magnezon I: v. *p*-Nitrobenzen — azorezorcină.

Marme, reactivul lui: v. Potasiu — cadmiu, iodură de.

Marquis, reactivul lui: v. Formaldehidă — acid sulfuric.

Mayer, reactivul lui (precipitat alb cu cei mai mulți alcaloizi în soluții slab acide): se dizolvă 1,358 g $HgCl_2$ în 60 ml apă și se toarnă într-o soluție de 5 g KI în 10 ml apă, se diluează cu apă la 100 ml.

p-Metilaminofenol, sulfat de: se dizolvă 0,2 g în 100 ml apă, se adaugă 20 g $NaHSO_3$; reactiv PO_4^{3-}, folosit împreună cu $(NH_4)_2MoO_4$.

Metilic, alcool + acid sulfuric: 5 vol. alcool metilic și 1 vol. H_2SO_4 servește la recunoașterea borului (flacără verde).

Metiloranj, indicator: se dizolvă 1 g metiloranj într-un litru de apă. Se filtrează dacă este necesar.

Metil, roșu de-indicator: se dizolvă 1 g roșu de metil în 600 ml alcool și se diluează cu 400 ml apă.

Metil, roșu de, transformat-indicator: 1) se dizolvă 0,50 g roșu de metil și 1,25 g xilencianol FF într-un litru de alcool etilic 90%. 2) se dizolvă 1,25 g roșu de metil și 0,825 g albastru de metilen în 1 l de alcool 90%.

9-Metil-2,3,7-trioxifluoronă: soluție 0,5% în alcool etilic. Reactiv pentru recunoașterea Sb(III) (precipitat roșu).

Metoxid de sodiu-0,1 N: 50 ml metanol anhidru + 50 ml benzen anhidru. Se adaugă 5 g sodiu metalic (spălat rapid în metanol). După dizolvarea completă a sodiului, se adaugă încă 200 ml metanol și se diluează la 2 l cu benzen anhidru.

Millon, reactivul lui (reactiv pentru albumine și fenoli): se dizolvă 1 p. Hg în 1 p. HNO_3 fumans, se diluează cu un volum dublu de apă și după cîteva ore se decantează soluția limpede.

Mollisch, reactivul lui: v. α-Naftol.

Morină (3,5,7,2′, 4′-pentaoxiflavonă): 1) soluție saturată în CH_3OH dă fluorescență verde cu Al, Ga, In, Sc.; 2) soluție din 20 mg morină în 100 ml acetonă; fluorescență galbenă-verde cu Be.

α-Naftilamina-acid sulfanilic: reactiv pentru recunoașterea nitriților.

α-Naftol (reactivul lui Mollisch pentru lînă): se dizolvă 15 g α-naftol în 100 ml alcool sau cloroform.

Nessler, reactivul lui (pentru amoniac): se dizolvă 50 g KI într-o cantitate cît mai mică de apă rece (50 ml) se adaugă o soluție saturată de $HgCl_2$ (circa 22 g în 350 ml apă) pînă ce se formează un precipitat; apoi se adaugă 200 ml soluție NaOH 5N și se diluează la 1 l, se lasă să se depună și se separă lichidul limpede.

Nichel, oxid de: soluție amoniacală (reactiv pentru mătase): se dizolvă 5 g sulfat de nichel în 100 ml apă și se adaugă o soluție de NaOH pînă ce hidroxidul de nichel este precipitat complet; se spală bine precipitatul și se dizolvă în 25 ml NH_4OH conc. și 25 ml apă.

Nitrat de argint + formaldehidă: se amestecă 10 ml soluție de $AgNO_3$ 20% cu 5 picături CH_2O 40% și cîteva picături soluție diluată de NaOH, se filtrează de precipitatul format; se îmbibă cu această soluție hîrtia de filtru; reactiv pentru NH_3 (colorație cenușie sau neagră).

Nitrat de fier III: se dizolvă 7 g în 98 ml apă și 2 ml HNO_3.

o-Nitrobenzaldehidă: soluție saturată proaspăt preparată în NaOH 2N: reactiv pentru acetați (colorație albastră).

Nitrobenzen: reactiv pentru recunoașterea nitraților în prezența nitriților.

p-Nitrobenzen-azocromotropic, acid (Chromotrop 2B): soluție 0,005% în H_2SO_4 conc., reactiv pentru bor.

p-Nitrobenzen-azo-β-naftol (Magnezon II): reactiv pentru Mg.

p-Nitrobenzen-azorcină: soluție 0,025% în NaOH dil.; reactiv pentru Be (colorație brună-aurie).

p-Nitrobenzen-azoresorcină: (Magnezon I), reactiv pentru Mg: se dizolvă 1 g substanță în 10 ml NaOH 1 N și se diluează la 1 l.

p-Nitrofenol - arsonic; acid: soluție 10% în CH_3COOH — reactiv calitativ specific pentru Cd.

Nitron (recunoașterea ionilor de acid azotic): se dizolvă 10 g nitron (-4,5-dihidro-1,4-difenil-3,5-fenilimino-1,2,4-triazol) în 5 ml acid acetic glacial și 95 ml apă; soluția se filtrează printr-un creuzet poros și se păstrează în sticlă brună.

4-Nitronaftalină-diazoaminobenzen-4-azobenzen (Cadion 2B) soluție de 0,02 g în 100 ml alcool etilic care conține 1 ml soluție KOH 2N; reactiv specific pentru Cd în absența Ag.

α-Nitrozo-β-naftol (reactivul lui Ilinschi): se face o soluție saturată (10 g) în acid acetic 50%; nu se păstrează bine, reactiv pentru Co, Fe, Cu.

β-Nitrozo-α-naftol: soluție alcoolică 1%, reactiv pentru Zr.

Nylander, soluția lui (reactiv pentru hidrați de carbon): se dizolvă 20 g subnitrat de bismut și 40 g sare Seignette în 1 l soluție NaOH 8%. Se răcește și se filtrează.

Obermayer, reactivul lui (pentru indoxil în urină): se dizolvă 4 g $FeCl_3$ în 1 l HCl ($d = 1{,}19$)

8-Oxichinolină-v. Oxină.

Oxigen, absorbant pentru: se dizolvă 300 g clorură de amoniu în 1 l. apă și se adaugă 1 l NH_4OH, soluție conc. Se agită puternic soluția. Pentru utilizare ca absorbant pentru oxigen, gazul se trece printr-un vas de absorbție, umplut pe jumătate cu șpan de Cu și aproape complet cu soluția de NH_4Cl-NH_4OH.

Oxină (reactivul lui Berg): se dizolvă, cu ușoară încălzire, 14 g oxină (8-hidroxichinolină) în 30 ml acid acetic glacial, se diluează la 1 l; reactiv pentru Mg, Zn, Al și alte metale.

Pasteur, soluția lui: se dizolvă 2,5 g fosfat de potasiu, 0,25 g fosfat de calciu, 0,25 g sulfat de magneziu și 12,00 g tartrat de amoniu în 1 l apă distilată.

Pavy, soluția lui (reactiv pentru glucoză): la 120 ml soluție Fehling se adaugă 300 ml NH_3 ($\rho = 0{,}88$) și se diluează cu apă la 1 l.

Picric, acid (reactivul lui Hager pentru alcaloizi, lînă și mătase): se dizolvă 1 g acid picric în 100 ml apă.

Picrolonic, acid: soluție apoasă, reactiv pentru recunoașterea microscopică a Ca (alături de Mg, K, Na, NH_4, în absență de Cu, Pb), recunoașterea Pb, Cu, Th, dozarea Cd, Pb.

Pirogalol, soluție alcalină (pentru absorbția O_2): a) pentru gaze cu un conținut de O_2 sub 28%; se amestecă 100 ml soluție KOH (50 g KOH în 100 ml apă) cu 5 g pirogalol; b) pentru gaze cu un conținut de O_2 de peste 28%, se folosește o soluție de KOH care conține 120 g KOH la 100 ml apă.

Poluector, reactivul lui: v. *p* — Dipicrilamina.

Potasiu, antimoniat de (reactiv pentru sodiu): se fierb 22 g antimoniat de potasiu cu 1 l apă pînă la dizolvare aproape completă, se răcește repede și se adaugă 35 ml soluție 10% KOH; a doua zi, se filtrează.

Potasiu şi cadmiu, iodură de (reactivul lui Marme pentru alcaloizi): se adaugă 2 g CdI_2 într-o soluţie fierbinte de 4 g KI în 12 ml apă, apoi se amestecă cu 12 ml soluţie saturată de KI.

Potasiu, hidroxid de (pentru absorbţia CO_2): se dizolvă 360 g KOH în apă şi se diluează la 1 l.

Potasiu, hidroxid de (soluţie 50% după Pregl): 200 g KOH + 200 ml apă + 5 g $Ba(OH)_2$ fin pulverizat, se agită, se lasă să stea 1/4 h, iar $BaCO_3$ separat se filtrează prin filtru cu azbest sau hîrtie de calitate bună.

Potasiu, iodură-iodură mercurică (reactivul lui Brucke pentru proteine): se dizolvă 50 g KI în 500 ml apă, se saturează cu HgI_2 (circa 120 g), se diluează la 1 l.

Propilendiamină + $CuSO_4$: reactiv pentru Hg.

Rodamină B (*Dietil-m-amidofenolftaleină*): soluţie apoasă 0,01%, pentru recunoaşterea Sb (alături de Sn) şi a W.

Rodizonat de Ba: reactiv pentru sulfaţi:

Rodizonat de sodiu: soluţie apoasă 5%, pentru recunoaşterea Ba, Sr.

Rosolic acid, indicator: se dizolvă 1 g acid rosolic în 10 ml alcool şi se adaugă 100 ml apă.

Rubeanic, acid (*Ditio-oxamidă*): soluţie alcoolică 0,5%; reactiv pentru Cu, Co, Ni.

Salicil-aldoximă: 1) se dizolvă 5 g salicil-aldoximă în 5 ml alcool şi se toarnă apoi în 95 ml apă de 80°, se lasă să stea cîteva minute şi se filtrează; 2) se dizolvă 2,22 g aldehidă salicilică în 8 ml alcool etilic şi se adaugă apoi unei soluţii de 1,27 g $NH_2OH \cdot HCl$ în 2 ml apă, se diluează cu 15 ml alcool şi apoi se toarnă încet, cu agitare, în 225 ml apă de 80°: reactiv pentru recunoaşterea şi dozarea Cu, recunoaşterea Ni, separarea Cu de Ni.

Salicilat de sodiu: 1) soluţie apoasă 10% pentru recunoaşterea Fe (III) (coloraţie ametist); 2) soluţie apoasă 2% pentru recunoaşterea ionului uranil (coloraţie roşie).

Săpun, soluţie de (pentru duritatea apei): se dizolvă 100 g săpun uscat în 1 l alcool 80% (5 p. alcool în 1 p. apă). Se lasă să stea cîteva zile şi se diluează cu alcool 70%, pînă cînd 6,4 ml produc o spumă permanentă cu 20 ml soluţie standard de calciu (preparată prin dizolvarea a 0,2 g $CaCO_3$ într-o mică cantitate de HCl diluat evaporînd la uscare şi apoi aducînd la 1 l).

Scheibler, reactivul lui: v. Fosfo-wolframic, acid.

Schiff, reactivul lui: v. Fuchsină — acid sulfuric.

Schweitzer, reactiv: v. Cupru oxid, amoniacal.

Sodiu, bismutat de (oxidarea manganului): se încălzesc 20 p. NaOH aproape de roşu într-un creuzet de fier sau nichel şi se adaugă încet 10 p. nitrat bazic de bismut care a fost înainte uscat, se adaugă două părţi peroxid de sodiu şi se toarnă, masa topită, galbenă negricioasă, pe o placă de fier; după răcire se sfărîmă într-un mojar, se extrage cu apă şi se filtrează pe un filtru cu azbest.

Sodiu, hexanitrocobaltiat 0,08 M (reactiv pentru potasiu): se dizolvă 25 g $NaNO_2$ în 75 ml apă, se adaugă 2 ml acid acetic glacial şi apoi 2,5 g $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$; se lasă să stea cîteva zile şi se diluează la 100 ml; reactivul este nestabil.

Sodiu, hidroxid de (pentru absorbţia CO_2): se dizolvă 330 g NaOH în apă şi se diluează la 1 l.

Sodiu, nitroprusiat de (reactiv pentru H_2S şi lînă): soluţie proaspăt preparată de 1 g nitroprusiat de Na în 10 ml apă.

Sodiu, oxalat de se dizolvă 30 g oxalat de sodiu comercial, în 1 l apă, se alcalinizează uşor cu NaOH şi se lasă să stea pînă cînd devine perfect limpede. Se filtrează şi se evaporă filtratul pînă la 100 ml. Se răceşte şi se filtrează. Reziduul rămas pe filtru, mărunţit, este spălat de cîteva ori, cu volume mici de apă, (pînă cînd lichidul nu mai este liber de sulfat şi este neutru faţă de fenol ftaleină) şi uscat

Sodiu, plumbit de (reactiv pentru lînă): se dizolvă 5 g NaOH în 100 ml apă, se adaugă 5 g litargă şi se încălzeşte pînă la dizolvare.

Sodiu, polisulfură de: se dizolvă 480 g $Na_2S \cdot 9H_2O$ în 500 ml apă, se adaugă 40 g NaOH și 18 g sulf, se agită bine și se diluează cu apă la 1 l.

Sonnenschein, reactivul lui: v. Fosfomolibdenic acid.

Stoke, reactivul lui: se dizolvă 30 g $FeSO_4$ și 20 g acid tartric în apă și se diluează la 1 l; înainte de folosire se adaugă NH_4OH conc. pînă ce precipitatul format se redizolvă.

Stricnină: soluție 1% în H_2SO_4 conc.; reactiv pentru recunoașterea Mn (în absență de Co, cromați și ferocianuri).

Stricnină, molibdat de: reactiv pentru fosfați (nefelometric).

Sulfanilic, acid (reactiv pentru nitrați): se dizolvă 0,5 g acid sulfanilic într-un amestec de 15 ml acid acetic glacial și 135 ml apă proaspăt fiartă.

Sulfanilic acid, diazotat: se dizolvă 0,2 g acid sulfanilic în 20 ml HCl 1N, se răcește puternic în gheață și se adaugă soluție de nitrit de sodiu 10% pînă cînd apare o colorație albastră cu hîrtie iod amidonată; final se adaugă 50 mg acid sulfanic.

Sulfat de fier (III) și amoniu: se dizolvă 8 g în 100 ml apă.

Sulfomolibdenic, acid (reactivul lui Froehde pentru alcaloizi și glicozide): se dizolvă 10 g acid molibdenic sau molibdat de sodiu în 100 ml H_2SO_4 conc.

Tanic, acid (reactiv pentru albumine, alcaloizi și gelatină): 1) se dizolvă 10 g acid tanic în 10 ml alcool și se diluează cu apă la 100 ml; 2) soluție apoasă 10%, proaspăt preparată; reactiv pentru Ti, V, Mo, Fe, W etc.

2-Tio-5-ceto-4-carbetoxi-1,2-dihidropirimidină: soluție proaspăt preparată 0,01% în acetonă; reactiv pentru recunoașterea și dozarea Mg.

Tioglicolic, acid: se dizolvă 4 ml acid tioglicolic în 8 ml NH_4OH conc. în 50 ml apă; reactiv pentru Fe.

Tiouree: soluție apoasă saturată, pentru rcunoașterea și dozarea Bi, Pb, Tl.

o-Tolidină, soluție (pentru urme de clor în analiza apei): se prepară o soluție diluată de HCl (100 ml HCl $\rho = 1,19$ și apă pînă la 1 l), se dizolvă 1 g *o*-tolidină în 100 ml HCl diluat și se diluează la 1 l cu soluție de HCl diluat.

Uffelmann, reactivul lui (virează în galben în prezență de acid lactic): la o soluție 2% de fenol în apă se adaugă o soluție apoasă de $FeCl_3$ pînă cînd soluția fenolică devine violetă.

Verde malachit — reactiv pentru W.

Wagner, reactivul lui: v. iod + iodură de potasiu.

Wagner, soluția lui (folosită în analiza rocilor fosforoase pentru a împiedica precipitarea Fe și Al); se dizolvă în apă 25 g acid citric și 1 g acid salicilic și se diluează la 1 l; se folosesc 50 ml reactiv.

Wijs, soluția lui (pentru indice de iod): se dizolvă 13 g iod în 1 l acid acetic glacial, se pun de o parte 25 ml soluție; prin restul soluției se trece un curent de clor gazos (uscat prin barbotare în H_2SO_4 $\rho = 1,84$) pînă cînd culoarea caracteristică de iod liber dispare, se adaugă soluția de iod rezervată pînă ce tot clorul liber reacționează; un mic exces de iod nu este contraindicat, dar un exces de clor nu este permis; se păstrează în sticle brune bine închise; nu se păstrează mai mult de 30 zile.

Wijs, soluție specială (pentru indice de iod): în 200 ml acid acetic glacial se adaugă 12 g dicloramină T (*p*-toluen-sulfon-dicloramidă) și 16,6 g KI uscată (în cantități mici și cu continuă agitare pînă ce KI se dizolvă complet); se aduce la 1 l cu acid acetic glacial și se păstrează în sticle brune.

Zimmermann — Reinhardt, reactivul lui (determinarea Fe): se dizolvă 70 g $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ în 500 ml apă, se adaugă 125 ml H_2SO_4 conc. și 125 ml H_3PO_4 (85%) și se diluează la 1 l.

Zinc, clorură de, soluție bazică (reactiv pentru mătase): se dizolvă 1000 g clorură de zinc în 850 ml apă și se adaugă 40 g oxid de Zn, se încălzește, pînă la dizolvare completă.

Zinc-uranil, acetat de (reactiv pentru Na): se dizolvă 10 g $UO_2(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2H_2O$ în 6 g acid acetic 30%, se încălzește dacă este necesar și se diluează la 50 ml; se dizolvă 30 g $Zn(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2H_2O$ în 3 g acid acetic 30% și se diluează la 50 ml, se amestecă cele două soluții, se adaugă 50 mg NaCl, se lasă peste noapte și se filtrează.

5.2. REACTIVI CHIMICI PENTRU ANALIZĂ. CONDIȚII DE PURITATE

Tabelul următor conține o listă a reactivilor chimici obișnuiți în laborator cu caracteristicile de prezentare, condițiile lor de puritate, precum și indicații asupra impurităților posibile. Pentru metodele de verificare a purității v. tabelul 5.3.

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
Acetic, acid (glacial)	Lichid incolor, limpede, miros caracteristic, miscibil cu apa, p.s.[1]) min. 9,5°C CH_3COOH min. 96%	Substanțe nevolatile, substanțe insolubile în H_2O, acid formic, aldehide, acetonă, CH_3OH, Fe, metale grele, Cl, SO_4
Acetonă	Lichid incolor, limpede, miros caracteristic, miscibil cu apă; reacție neutră; d^{20} 0,793 ± 0,003; p.f. 55,5—56,5°C; $(CH_3)_2CO$ min. 99,5%	Aldehide, substanțe reducătoare, substanțe nevolatile, CH_3OH, acizi liberi, alcalinitate liberă
Albastru-metilen	Cristale verde închis; după deshidratare: $C_{16}H_{18}N_3ClS$ min. 98,5%	Reziduu la calcinare, As, Cu, Zn
Aluminiu metalic	Plăci, sîrme sau granule	As, Cu, Fe, Si, N, substanțe insolubile în HCl
Aluminiu, clorură (anh.)	Pulbere sau granule cenușii sau galbene foarte higroscopice; miros de HCl; Al 20,23% Cl 79,77%	Metale grele, alcaline și alcalino-pămîntoase, Fe, SO_4
— clorură (hidratată)	Cristale sau granule albe sau galbene, delicvescente $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ min. 98%	Substanțe insolubile, metale grele, alcaline și alcalino-pămîntoase, As, Fe, NH_3, SO_4, acizi liberi
— sulfat	Cristale sau granule albe; $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, min 99%	Substanțe insolubile, As, metale grele, Fe, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, NH_3, Cl, acizi liberi.
Aluminiu-amoniu, sulfat (alaun)	Cristale incolore $AlNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ min. 99,5%	Substanțe insolubile, As, metale grele, alcaline, alcalino-pămîntoase, Fe, Cl
Aluminiu-potasiu, sulfat (alaun)	Cristale incolore; $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ min 99,5%	Substanțe insolubile, As, metale grele, Fe, NH_3, Cl, Na
i-Amilic, alcool	Lichid incolor limpede; $d = 0{,}81$; p.f. 131°C	Substanțe nevolatile, acizi, esteri, aldehide, piridină, substanțe care se înnegresc cu H_2SO_4

---

[1]) p.s. = punct de solidificare,

5.2 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
Aminoacetic, acid (glicocol)	Pulbere cristalină albă; NH_2CH_2COOH min. 98,5%	Reziduu la calcinare, metale grele, Fe, Cl, SO_4
Amoniac, soluție	Lichid incolor, miros caracteristic miscibil cu apă; d^{20} 0,907(24°Bé) NH_3 25% ± 1%	Substanțe nevolatile, metale grele (Pb), Fe, Ca, substanțe reducătoare, Cl, SO_4, CO_2, Mg
Amoniu, acetat	Cristale incolore, higroscopice; ușor solubile în apă și alcool	Substanțe insolubile, reziduu la calcinare, metale grele (Pb), Fe, Cl, NO_3, PO_4, SO_4, Ca, Mg
—, carbonat	Amestec de NH_4NCO_3 și $NH_4NH_2CO_2$; NH_3 min. 28%	Substanțe insolubile, Sulf, total, metale grele, Fe, Cl, PO_4, SCN
—, clorură	Cristale incolore sau granule albe, fără miros; NH_4Cl min. 99%	Substanțe insolubile, reziduu la calcinare, acizi liberi, As, metale grele, Fe, Ca, Mg; NO_3, SO_4, PO_4, SCN, ClO_3I.
—, fosfat (bibazic)	Cristale incolore $(NH_4)_2HPO_4$ min. 99%	Substanțe insolubile; SO_4As, metale grele, alcaline, Fe, Cl, NO_3
—, fosfat (monobazic)	Cristale incolore $NH_4H_2PO_4$ min. 99%	Substanțe insolubile, reziduu la calcinare, As, metale grele, Fe, Cl, NO_3, SO_4
—, molibdat	Cristale incolore sau slab verde MoO_3 min. 79%	Substanțe insolubile în H_2O amoniacală, metale grele, Cl, PO_4, SO_4
—, nitrat	Cristale incolore sau granule albe, solubile în apă (cu răcire) p.t. 150°C NH_4NO_3 min. 98,5%; pH circa 4,5	Substanțe insolubile, reziduu la calcinare, acizi liberi, As, metale grele, Fe, Cl, NO_2, PO_4, SO_4, SCN
—, oxalat	Cristale incolore $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ min. 99,7%;	Substanțe insolubile, reziduu la calcinare, metale grele, Fe, Cl, NO_3, SO_4
—, sulfat	Cristale incolore $(NH_4)_2SO_4$ min. 98,5%	Substanțele insolubile la calcinare, acizi liberi, As, metale grele, Fe, Cl, NO_3, PO_4, Ca, Mg, SCN
Amoniu, persulfat	Cristale incolore sau granule albe; $(NH_4)_2S_2O_8$ min. 95%	Substanțe insolubile; reziduu la calcinare, clorați, cloruri, metale grele, Mn, Fe

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
—, metavanadat	Pulbere cristalină albă; NH_4VO_3 min. 98%	Substanțe insolubile în NH_4OH; CO_3, Cl, SO_4
Antimoniu (III), clorură	Cristale incolore, deliq; $SbCl_3$ min. 99%	Soluție clară în $CHCl_3$(5 g în 10 ml), As, metale grele, substanțe neprecipitabile cu H_2S, **Fe,** SO_4
Argint, nitrat	Cristale incolore transparente $AgNO_3$ min. 99,7%	Substanțe insolubile neprecipitabile cu HCl, Cl, SO_4, metale grele, Cu, Fe, HNO_3 liber
Arsen, trioxid	Pulbere albă, amorfă sau pulbere sticloasă (As_2O_3, min. 99,9%)	Substanțe insolubile în NH_4OH, reziduu la calcinare, S, Sb, Fe, Pb și alte metale, Cl
Azotic, acid	Lichid incolor sau galben deschis; *d* 1,4; HNO_3 min. 67%	As, metale grele, Fe, Cl, PO_4, SO_4, N_2O_4, reziduu la calcinare
Bariu, clorură	Cristale incolore sau albe; $BaCl_2 \cdot 2H_2O$	Substanțe insolubile, metale grele, Fe, Ca, Sr, N total, alcalii libere, acizi liberi
—, hidroxid	Cristale incolore sau albe; $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$, min. 97%	Substanțe insolubile în HCl, S, metale grele, alcaline, Fe, Ca, Sr, $BaCO_3$, Cl
Benzen	Lichid incolor limpede; miros caracteristic; d_4^0 0,876—0,878 p.f. 79,5—80,5°C (min. 95% în vol.) p.s. min. 5°C.	Acizi și alcalii libere, reziduu la evaporare, S_2C, substanțe carbonizabile cu H_2SO_4, tiofen
Benzoic, acid	Ace sau foițe incolore; p.t. 121—123°C C_6H_5COOH min. 99,5%	Reziduu la calcinare, substanțe insolubile în NH_4OH, metale grele, substanțe ce se înnegresc în prezență de H_2SO_4, S, Cl
α-Benzoinoximă (Cupron)	Pulbere cristalină albă; p.t. 153—155°C	Reziduu de calcinare
Bismut (III), clorură	Cristale albe-galbene, higroscopice; p.t. 227; $BiCl_3$ min. 98%	Substanțe insolubile în HCl, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, As, Cu, Fe, Pb, NO_3,SO_4
Boric, acid	Cristale incolore sau pulbere albă; H_3BO_3 min. 99,5%	Substanțe insolubile în alcool, nevolatile cu CH_3OH, As, metale grele, Fe, Ca, Cl, PO_4, SO_4

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
Brom	Lichid fumegînd roșu-brun închis; p.s. −7°C; p.f. 63°C; d^{25} = 3,14; Br min. 99%	Substanțe nevolatile, compuși cu S, Cl, I, metale grele
Bromhidric, acid	Lichid incolor sau galben deschis; d 1,5; HBr 47−49%	Substanțe nevolatile, As, metale grele, Fe, SO_4, SO_2, Cl, PO_4
Cadmiu, acetat	Cristale incolore $Cd(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ min. 98%	Substanțe insolubile, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, Cu, Fe, Pb, Zn, Cl, NO_3, SO_4
Calciu, carbonat (precipitat)	Pulbere fină albă; $CaCO_3$ min. 99%	Substanțe insolubile în HCl, metale grele, Pb, Fe, Zn, Ba, Mg, Cl, NO_3, PO_4, SO_4 alcalii
—, clorură (anh.)	Granule albe higroscopice $CaCl_2$ min. 96%	Substanțe insolubile alcalii libere, acizi liberi, As, Al, Ba, Pb, Fe, Zn, Mg, NO_3, PO_4, SO_4, metale alcaline, H_2O
—, clorură (hidratată)	Cristale incolore delicvescente $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ min. 95%	Substanțe insolubile, alcalii libere, acizi liberi, As, Ba, Pb, Fe, Zn, Mg, NO_3, PO_4, SO_4, metale alcaline
—, oxid	Pulbere albă sau galben deschis	Substanțe insolubile în CH_3COOH substanțe precipitabile cu NH_4OH metale grele, alcaline, Fe, Mg, Cl, NO_3, SO_4
—, sulfat	Pulbere albă anhidru: 79,07%	Substanțe insolubile în HCl, substanțe organice, acizi liberi, metale grele, alcaline, Fe, Mg, CO_2, Cl, NO_3
Carbon, sulfură	Lichid incolor, slab galben, foarte inflamabil; p.f. 46−47 °C	Substanțe nevolatile, sulfuri străine, sulfați, apă
—, tetraclorură	Lichid incolor, neinflamabil; d^{25} = 1,589; p.s. −20°C; p.f. 76,5−77,5°C	Substanțe nevolatile, acizi liberi, aldehide, Cl liber, CS_2, compuși cu S, substanțe care se înnegresc cu H_2SO_4
Cărbune decolorant	Pulbere neagră, fără miros,	SO_4, Cl, S, substanțe solubile în alcool, substanțe solubile în HCl (1 : 4), reziduu la calcinare

Reactivul	Caracteristicile şi condiţiile de puritate	Impurităţile posibile
Ceriu (III), sulfat	Cristale sau pulbere galbenă $Ce(SO_4)_2$ circa 85%	Metale grele, Al, Fe, metale alcaline, Cl
Clorhidric, acid	Lichid incolor fumegînd, miros înţepător; d^{20} 1,18–1,19; HCl 35–38%	Substanţe nevolatile, Cl liber, As, metale grele, Fe, SO_4, SO_2
Cloroform	Lichid incolor miros caracteristic; conţine 0,7% alcool pentru conservare; d^{25}_{25} 1,475–1,478; p.f. 60–62°C	Substanţe nevolatile, $(CH_3)_2CO$, acizi, aldehide, cloruri, Cl liber, $COCl_2$, substanţe care se înnegresc cu H_2SO_4
Crom, trioxid	Ace sau granule brun-roşu închis delicvescente; p.t. circa 192°C; CrO_3 min. 98%	Substanţe insolubile, metale alcaline, Al, Fe, Ba, Cl, SO_4
—, sulfat	Foi cu granule verde închis; Cr 18–21%	Substanţe insolubile, metale grele, alcaline, alcalino-pămîntoase, Al, Fe, NH_3, Cl
Cupru metalic	Plăci, sîrme sau granule	As, Sb, Sn, Fe, Pb, Ag, P, metale neprecipitabile cu H_2S
Cupru (I), clorură	Pulbere cristalină albă sau albă-cenuşie CuCl min. 90%	Substanţe insolubile în acizi, As, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, Fe, SO_4
Cupru (II), sulfat	Cristale albastre; eflorescente	Substanţe insolubile Fe, Cl, N total, Ni, metale grele precipitabile cu H_2S
Devarda, aliaj	Pulbere cenuşie; Cu 50%, Al 45%; Zn 5%	Azot
Dimetilglioximă	Ace sau pulbere cristalină albă; p.t. 238–242°C $(CH_3)_2C_2(NOH)_2$ min. 98,5%	Substanţe insolubile în alcool, reziduu la calcinare
Etilic, alcool	Lichid incolor; p.f. 78°C; C_2H_5OH min. 96% vol.	Substanţe nevolatile, aciditate, alcalinitate, alcooli superiori, CH_3OH, furfurol, substanţe care se înnegresc cu H_2SO_4
—, eter	Lichid incolor, volatil, inflamabil; d^{20}_{20} 0,713–0,717; p.f. 34–35°C	Substanţe nevolatile, aldehide, cetone, peroxizi, alcool, apă, substanţe care se înnegresc cu H_2SO_4, compuşi cu S, acizi liberi
Eter de petrol	Lichid incolor; d^{20} 0,695 p.f. iniţial 30°C; p.f. final 60°C	Reziduu la evaporare, hidrocarburi aromatice, H_2O

5.2 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
Fenolftaleină	Pulbere albă; interval de viraj 8,2 (incolor) — 10 (roșu); p.t. 258—262°C	Substanțe insolubile în NaOH, reziduu la calcinare
Fier, redus	Pulbere fină cenușie; Fe metalic min. 93%	Substanțe insolubile în H_2SO_4, solubile în H_2O, N, S.
Fier, sîrmă	Fe min. 99,8%	Substanțe insolubile în H_2SO_4
Fier (III), clorură	Cristale brun-galbene, delicvescente; $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ min. 99%	Substanțe insolubile, acizi liberi oxicloruri, As, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, Cu, Fe^{2+}, Mn, Zn, NO_3, PO_4, SO_4
Fier (II), sulfat	Cristale albastre verde deschis, eflorescente; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ min. 98%	Substanțe insolubile, acizi liberi, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, Cu, Fe^{3+}, Zn, Cl, PO_4, Mn, N total, As
Fier (II) — amoniu, sulfat	Cristale sau granule albastru-verde; $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ min. 99,7%	Substanțe insolubile, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, Fe^{3+}, Mn, Zn, Cl, PO_4
Fier (III)-amoniu, sulfat	Cristale verde deschis; $FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ min. 99%	Substanțe insolubile, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, Cu, Fe^{2+}, Mn, Zn, Cl, PO_4
Fluorhidric, acid	Lichid corosiv, miros caracteristic înțepător HF min. 38%	Reziduu la calcinare, metale grele, Fe, Cl, SO_4
Formaldehidă, soluție	Lichid incolor, limpede, miros înțepător; conține 10—15% CH_3OH pentru împiedicarea polimerizării; CH_2O 36—38%	Reziduu la calcinare, metale grele, Fe, HCOOH
Formic, acid	Lichid incolor, limpede, miros înțepător; *d* 1,2; HCOOH min. 88%	Substanțe nevolatile, substanțe precipitabile cu H_2O, metale grele, Fe, CH_3COOH, Cl, SO_4, SO_2
Fosforic, acid (orto)	Lichid siropos incolor; *d* 1,70; H_3PO_4 min. 85%	As, metale alcaline, grele, Fe, alți fosfați, substanțe reducătoare, acizi volatili, Cl, NO_3, SO_4, substanțe reducătoare cu $KMnO_4$

5.2 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile şi condiţiile de puritate	Impurităţile posibile
Glicerină	Lichid vîscos incolor; d^{25} 1,25; p.f. 290°C (descompunere); reacţie neutră; $C_3H_8O_3$ min. 95%	Reziduu la calcinare, zaharuri, acizi graşi şi esteri, metale grele, As, NH_3, Cl, SO_4, substanţe care se înnegresc cu H_2SO_4
Hidrazină, sulfat	Cristale incolore sau pulbere cristalină albă; $(NH_2)_2H_2SO_4$ min. 99%	Substanţe insolubile, reziduu la calcinare, metale grele, Fe, Cl
Hidrochinonă	Cristale incolore sau albe; p.t. 171—173°C	Substanţe insolubile, reziduu la calcinare, pirocatechină, resorcină, metale grele, SO_4
Hidrogen, peroxid (apă oxigenată) 30%	Lichid incolor, limpede; *d* 1,1; H_2O_2 min. 29%	Substanţe nevolatile, acizi liberi, compuşi cu azot, metale grele, Cl, PO_4, SO_4, Fe
Iod	Foiţe albastru-negre	Substanţe nevolatile, Cl_2, Br_2
—, pentoxid	Pulbere cristalină albă; I_2O_5 min. 99,5%	Substanţe insolubile, reziduu la calcinare, metale grele, Fe, SO_4, compuşi de azot
Iodhidric, acid	Lichid incolor sau galben deschis; *d* 1,7; p.f. circa 127°C; HI 54—57%	Reziduu la calcinare, metale grele, Fe, P, SO_4, Cl, As, iod liber
Mangan (II), clorură	Cristale trandafirii, delicvescente; $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ min. 99%	Substanţe insolubile, metale alcalino-pămîntoase, Fe, SO_4, metale grele, Ca, substanţe reducătoare, $KMnO_4$
Mangan, bioxid	Pulbere neagră; MnO_2 min. 95%	Substanţe insolubile în acizi, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, Cl, SO_4, NO_3
Mangan (II), sulfat	Cristale trandafirii, după deshidratare: $MnSO_4$ min. 98%, apă de cristalizare: 32—38%	Substanţe, insolubile, metale grele, alcaline, Mg, Ca, Fe, substanţe reducătoare, Cl
Mercur	Lichid alb-argintiu; *d* 13,5; p.f. 357,5 °C	Metale mobile, nevolatile
Mercur (I), clorură	Pulbere albă; HgCl min. 99,7%	Reziduu la calcinare $HgCl_2$, SO_4, metale grele, Fe,
Mercur (II), clorură	Cristale incolore sau pulbere albă $HgCl_2$ min. 99,8	Reziduu la calcinare, metale străine, Fe

5.2 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
Mercur (I) nitrat	Cristale incolore, miros slab de HNO_3; $HgNO_3 \cdot H_2O$ min. 98%	Substanțe insolubile, reziduu la calcinare, Pb, Fe, Hg^{2+}, Cl, SO_4
Oxalic, acid	Cristale incolore; $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ 99,4%	Substanțe insolubile, reziduu la calcinare, metale grele, Fe, Cl, SO_4, N total, Ca, Mg
8-Oxichinolină (oxină) (8-Hidroxichinolină)	Cristale sau pulbere albă; p.t. 73–75°C; $HO \cdot C_9H_6N$ min. 99%	Substanțe insolubile în acid acetic, reziduu la calcinare
Percloric, acid	Lichid incolor, limpede, miscibil cu apă; *d* 1,5 $HClO_4$ 60%; *d* 1,6 $HClO_4$ 70%	Reziduu la calcinare, metale grele, Fe, NH_3, compuși cu azot, Cl, SO_4, F.
Piridină	Lichid incolor limpede, miros caracteristic; d^{15} 0,988; p.f. 114–116°C; C_5H_5N min. 98%	Substanțe precipitabile cu H_2O, nevolatile, substanțe reducătoare, NH_3, Cl, SO_4, H_2O, Cu
Plumb metalic	Granule albastru-cenușiu	Sb, Sn, Ag, metale străine
Plumb, acetat	Cristale incolore $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ min. 98,5%	Substanțe insolubile substanțe neprecipitabile cu H_2S, Cu, Fe, Cl, NO_3
—, cromat	Pulbere galben-brună $PbCrO_4$ min. 98%	Substanțe solubile în apă, compuși cu C
—, nitrat	Cristale albe; $Pb(NO_3)_2$ min. 99%	Substanțe insolubile în apă acidulată Cu, Fe, Cl
—, oxid (litargă)	Pulbere galbenă sau portocaliu galben; PbO min. 98%	Substanțe insolubile în CH_3COOH pierderi la calcinare, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, Bi, Cu, Fe, Ag, Cl, NO_3
Plumb, bioxid	Pulbere brun închisă; PbO_2 min. 94%	Substanțe insolubile în HNO_3, solubile în apă, substanțe neprecipitabile cu H_2S, metale grele, Cu, Mn, Cl, CO_3Fe, Ca, N total
Potasiu metalic	d^{13} 0,875; p.t. 62,5°C	Metale grele, Na, NH_3, Cl, SO_4Fe
Potasiu, bromat	Cristale incolore sau granule albe; $KBrO_3$ 99,8%	Substanțe insolubile, acizi liberi, alcalii libere, metale grele, Fe, Na, compuși cu azot, Br, SO_4

5.2 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
—, bromură	Cristale sau granule incolore sau albe; KBr min. 99%	Substanțe insolubile, alcalii libere, compuși cu azot, Ba, Ca, Mg, metale grele, Fe, Na, BrO_3, Cl, I, PO_4, SO_4
—, carbonat (anh.)	Pulbere albă; K_2CO_3 min. 99%	Substanțe insolubile, N total, pierderi la calcinare, As, Al, Ca, Mg, Pb, Fe, Na, SiO_2, Cl, PO_4, SO_4, ClO_3, KCN
—, cianură	Granule incolore sau albe; KCN min. 96%	Pb, Na, $[Fe^{II}(CN)_6]^{4-}$, sulfuri, Cl, SO_4, SCN, PO_4.
Potasiu, clorat	Foițe incolore $KClO_3$ min. 99%	Substanțe insolubile, N total, As, Ca, Mg, metale grele, Fe, Na, BrO_3, Cl, SO_4
—, cromat	Cristale galbene-lămîie; K_2CrO_4 min. 99%	Substanțe insolubile, alcalii libere, Ca, Na, Cl, SO_4, substanțe precipitabile cu NH_3
—, bicromat	Cristale sau granule portocalii-roșu; $K_2Cr_2O_7$ min. 99,8%	Substanțe insolubile Ca, Na, Cl, SO_4, substanțe precipitabile cu NH_3
—, fericianură	Cristale roșu-rubinii $K_3Fe(CN)_6$ min. 99%	Substanțe insolubile Cl, SO_4 $[Fe^{II}(CN)_6]^{4-}$
—, ferocianură	Cristale galbene; $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ min. 99%	Substanțe insolubile, Cl, SO_4, CO_3
—, biftalat	Cristale incolore sau pulbere cristalină albă; $KHC_8H_4O_4$ min. 99,9%	Substanțe insolubile, metale grele, Fe, Na, compuși cu sulf, Cl, compuși cu azot
—, hidroxid	Bobițe sau bastoane albe; KOH min. 85%	Metale grele (Ag), Fe, substanțe precipitabile cu NH_4OH, compuși cu azot, CO_2, Cl, PO_4, SO_4, SiO_2, Na
—, iodat	Pulbere cristalină albă; KIO_3 min. 99,8%	Substanțe insolubile, alcalii libere, metale grele, Fe, Na, compuși cu azot, I, Cl, ClO_3, SO_4
—, iodură	Cristale albe; KI min. 99,5%	H_2O, substanțe insolubile, alcalii libere, N total, metale grele, Fe, Ba, Ca, Mg, IO_3Cl, Br, SO_4, PO_4

5.2. (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
—, permanganat	Cristale brun-verde închis; $KMnO_4$ min. 99,5%	Substanțe insolubile, N total, Cl, SO_4, As, MnO_2
—, nitrat	Cristale incolore sau albe	Substanțe insolubile, acizi liberi, alcalii libere, Cl total, Cl, IO_3NO_2 PO_4, SO_4, metale grele, Fe, NH_4, Ca, Mg, pp. cu NH_4OH, Na
—, sulfat	Cristale albe K_2SO_4 min. 99%	Substanțe insolubile, acizi liberi, alcalii libere, As, Ca, Mg, metale grele, Fe, Na, Cl, NO_3, săruri NH_4
—, bisulfat	Cristale incolore, albe, higroscopice $KHSO_4$ min 99%	Substanțe precipitabile cu NH_4OH, metale grele, Fe, Na, Ca, Mg, Cl, NO_3, PO_4, As, săruri de NH_4
—, persulfat	Cristale incolore fără miros; $K_2S_2O_8$ min. 95%	Substanțe insolubile, metale grele, Fe, Mn, NH_3, Cl, ClO_3, NO_3
—, tiocianat	Cristale incolore delicvescente; KSCN min. 99%	Substanțe insolubile în alcool, S, metale grele, Fe, Na, NH_3, Cl, SO_4CN, S.
Potasiu-sodiu, tartrat (sare Seignette)	Cristale incolore după deshidratare; $KNaC_4H_4O_6$ min. 99%	Substanțe insolubile, acizi liberi, alcalii libere, metale grele, Fe, Ca, NH_3, Cl, PO_4, SO_4, N total, As, substanțe reducătoare
Sodiu metalic	p.t. 97,6°C	Metale grele, Fe, N, Cl, PO_4, SO_4
Sodiu, bismutat	Pulbere galben-brună; oxigen activ 5,7%; $NaBiO_3$ min. 80%	Mn, Cl
Sodiu tetraborat	Cristale sau pulbere albă; $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ min. 99,5%	Substanțe insolubile în HCl, As, metale grele, Fe, CO_2Cl, SO_4
—, carbonat (anh.)	Pulbere sau granule albe; Na_2CO_3 min. 99,8%	Substanțe insolubile, pierdere la calcinare, substanțe precipitabile cu As, metale grele, Fe, Ca, Mg, K, SiO_2, Cl, PO_4, S total, N total
—, carbonat ($10H_2O$)	Cristale incolore transparente; $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ min. 99,8%	Substanțe insolubile, N total, substanțe precipitabile cu NH_3, As, Ca, Mg, metale grele, Fe, K, SiO_2, Cl, PO_4, SO_4, NaOH
—, bicarbonat (hidrogen-carbonat)	Pulbere cristalină albă; $NaHCO_3$ min. 98%	Substanțe insolubile, CO_3, substanțe precipitabile cu NH_3,

5.2 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
		metale grele, Fe, Ca, Mg, K, PO_4, SO_4, Cl total, S total, N total, SIO_2, SCN
—, clorură	Cristale incolore sau albe; NaCl min. 99,8%	Substanțe insolubile, Ba, Ca, Mg, metale grele, Fe, K, I, PO_4, SO_4, N total, As.
—, fosfat bibazic (anh.)	Pulbere albă higroscopică; Na_2HPO_4 min. 99% pH 8,8—9,2	Substanțe insolubile, As, metale grele, Fe, Cl, SO_4, NO_3, Mg
—, fosfat bibazic ($12H_2O$)	Cristale sau granule incolore sau albe; p.t. 35°C (cu $12H_2O$) după deshidratare: Na_2HPO_4 min. 99%	Ca și la fosfatul bibazic anhidru
—, fosfat monobazic (H_2O)	Cristale sau pulbere incoloră sau albă; după deshidratare; NaH_2PO_4 min. 99%	Ca și la bibazic
—, hidroxid	Bobițe sau bastoane albe delicvescente p.t. 320°C; NaOH min. 97%	Metale grele (Ag), Fe, compuși cu azot, SiO_2, CO_3, Cl, PO_4, SO_4
—, molibdat	Cristale sau pulbere albă; $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ min. 99%	Substanțe insolubile, metale grele, NH_3, Cl, PO_4, SO_4, NO_3
Sodiu, oxalat	Cristale incolore $Na_2C_2O_4$ min. 99,8%	Substanțe insolubile, acizi liberi, alcalii libere, metale grele, Fe, K, substanțe care se înnegresc cu H_2SO_4, Cl, PO_4, SO_4, N total
—, peroxid	Pulbere galbenă deschis; Na_2O_2 min. 92%	Substanțe precipitabile cu NH_4OH, metale grele, Fe, compuși cu azot, SiO_2, Cl, PO_4, SO_4
—, sulfat (anh.)	Pulbere albă sau granule; Na_2SO_4 min. 99%	Substanțe insolubile, pierderi la calcinare, acizi liberi, alcalii libere, As, metale grele, Fe, Ca, Mg, Cl, PO_4, săruri NH_4
—, sulfit (anh.)	Cristale sau pulbere albă; Na_2SO_3 min. 98%	Substanțe insolubile, acizi liberi, alcalii libere, As, metale grele, Fe, tiosulfat, Cl
—, bisulfit	Pulbere albă, miros de SO_2; $NaHSO_3$ min. 95%	Substanțe insolubile, As, metale grele, Fe, Cl

Reactivul	Caracteristicile și condițiile de puritate	Impuritățile posibile
—, sulfură	Cristale incolore, foarte delicvescente p.t. circa 50°C $Na_2S \cdot 9H_2O$ min. 96%	NH_3, sulfit, tiosulfat, Fe
—, tiosulfat	Cristale incolore; $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ min. 99%	Substanțe insolubile, acizi liberi, alcalii libere, S, metale grele, Ca, SO_4
—, wolframat	Cristale incolore sau pulbere cristalină albă; $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$ min. 99% pH 8...9	Substanțe insolubile, alcalii libere, compuși cu azot, metale grele, Fe, Mo, Cl, SO_4, As
Succinic, acid	Cristale incolore; p.t. 185—187°C; $(CH_2COOH)_2$ min. 99,8%	Substanțe insolubile, reziduu la calcinare, metale grele, Fe, NH_3, Cl, PO_4, SO_4
Sulfuric, acid	Lichid incolor, vîscos; $d_4^{20}=1{,}831$, H_2SO_4 min. 94%	Reziduu la calcinare, As (!), metale grele, Pb, Fe, substanțe reducătoare, Cl, NO_3, săruri de NH_4, Se
Tartric, acid	Cristale albe; $(CHOH \cdot COOH)_2$ min. 99,5%	Substanțe insolubile, reziduu la calcinare, metale grele, Fe, Cl, C_2O_4, PO_4, SO_4, Ca, As
Zinc metalic	Granule albe-albastru	Fe, As(!), compuși cu P și S
Zinc, carbonat	Pulbere albă, fără miros; $ZnCO_3$ min. 98%	Substanțe insolubile în H_2SO_4, metale alcaline, alcalino-pămîntoase, As, Fe, Pb, Cl, PO_4, SO_4
—, oxid	Pulbere amorfă albă; ZnO min. 99%	Substanțe insolubile în H_2SO_4 diluat, As, Ca, Mg, Fe, Pb, Mn, substanțe reducătoare, Cl, NO_3, PO_4, SO_4

5.3. REACTIVI CHIMICI PENTRU ANALIZĂ. VERIFICAREA PURITĂȚII

Tabelul conține reactivi chimicii importanți pentru analiză, cu indicarea celor mai simple metode de verificare a purității lor.

În prima coloană se indică impuritatea căutată, în coloana doua metoda de analiză, în coloana a treia fenomenul observat (tulbureală, precipitare, colorație etc.) și concentrația respectivă a probei de comparație. Limitele maxime admise sînt cele obișnuite în reactivii chimici întîlniți curent sau cerute de STAS-urile în vigoare.

Proba de comparație cuprinde un număr maxim de miligrame din impuritatea respectivă (corespunzător cifrei indicate în coloana a treia într-un volum egal de soluție cu proba de analizat şi în aceleaşi condiţii de lucru. (Pentru pregătirea soluţiei de comparaţie v. soluţii standard, tabelul 5.1.2).

Acizii folosiţi la analiză pentru care nu se indică concentraţia sînt acizi concentraţi obişnuiţi, iar NH_4OH este de 25% NH_3. Cînd nu se indică diluantul, se înţelege că diluantul este apa.

5.3.

Impurităţile	Metoda de lucru	Fenomenul observat şi limitele maxime admise
	Acetic, acid	
Nevolatile	100 g evaporat la sec (baie de apă), uscare 1 h la 105°C	Reziduu max. 0,002 g
Substanţe precipitabile cu apă	10 ml + 25 ml H_2O	Să nu se tulbure după 1 h
Cl^-	10 g + 30 ml H_2O + 3 ml HNO_3 25% + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,01 mg Cl
SO_4^{2-}	50 g + 1 ml Na_2CO_3 1 %, evaporat la sec (baie de apă) + 7 ... 10 ml H_2O, filtrare, diluare la 25 ml + 0,5 ml HCl 25% + 1 ml $BaCl_2$10%	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,1 mg SO_4
Substanţe reducătoare	5 g + 10 ml H_2O + 0,2 ml $KMnO_4$ 0,1 N	Să nu se decoloreze după 3 h
Metale grele	20 g evaporat la sec (baie de apă) + 8 ml H_2O, filtrare + 1 picătură fenolftaleină la roz cu NaOH 10% + 15 ml H_2O + 0,2 ml CH_3COOH 37%, saturată cu H_2S	Coloraţie maximă comparabilă cu 0,016 mg Pb
Fe	10 g evaporat la sec (baie de apă) + 2 ml HNO_3 conc. + 18 ml H_2O + 2 ml NH_4SCN 5%	Coloraţie verde maximă comparabilă cu 0,015 mg Fe
	Amoniac, soluţie	
Nevolatile	110 ml evaporat la sec; uscat 105°C, la masă constantă	Reziduu maxim 0,0025 g
CO_2	3 ml + 15 ml H_2O (liberă de CO_2) + 5 ml $Ba(OH)_2$ 5%	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,1 mg Na_2CO_3
Cl^-	11 ml + 0,1 g Na_2CO_3, evaporat la sec (baie de apă) + 10 ml H_2O + 2 ml HNO_3 25%, diluare la 25 ml + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,005 mg Cl

5.3 (continuare)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
PO_4^{3-}	44 ml evaporat la sec (baie cu apă) + 10 ml H_2O + 1 ml HNO_3 25%, diluare la 20 ml + 5 ml $(NH_4)_2MoO_4$ [preparat: 15 g $(NH_4)_2$ MoO_4 dizolvat la cald în 65 ml H_2O + 40 g NH_4NO_3, agitare; soluția turnată imediat în 135 ml HNO_3 32%, agitare; filtrare după 24 h]; încălzire 3 h pe baie 40—60°C	Tulbureală galbenă maximă comparabilă cu 0,05 mg PO_4
Sulf total	11 ml + 0,1 g Na_2CO_3 anhidru evaporat la 5 ml + 0,5 ml apă de brom, evaporat + 10 ml H_2O + 0,3 ml HCl 25%, fierbere, diluare la 20 ml + 2,5 ml $BaCl_2$ 10%	Tulbureală max. comparabilă cu 0,025 mg SO_4
Substanțe reducătoare	8,8 ml + 50 ml H_2SO_4 16% + 1,25 ml $KMnO_4$ 0,01 N	Să nu se decoloreze după fierbere 5 min
Metale grele	16,5 ml evaporat la sec (baie de apă) + 0,5 ml HNO_3 67% + 5 ml H_2O + 1,5 ml NaOH 10%, diluare la 15 ml + 0,3ml CH_3COOH 30%, saturare cu H_2S	Colorație maximă comparabilă cu 0,015 mg Pb
	44 ml evaporat la sec (baie de apă) + 2 ml HNO_3 25% + 13 ml H_2O, diluare la 20 ml + 2 ml NH_4SCN 5%	Colorație roșie maximă comparabilă cu 0,01 mg Fe
Ca	24,4 ml evaporat la sec (baie de apă) + 0,5 ml HCl 25%, evaporat la sec; se reia cu 10 ml H_2O, filtrare, diluare 20 ml + 2,5 ml NH_4OH 10% + 2,5 ml $(NH_4)_2C_2O_4$ 4% fierbere, răcire	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,05 mg Ca
	Amoniu, clorură	
Insolubile	50 g + 200 ml H_2O, încălzire 1— h (baie de apă), filtrare, spălare cu H_2O, uscare la 105°C	Reziduu max. 0,0025 g

5.3 (continuare)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
Reziduu la calcinare	60 g volatilizare (baie de nisip); calcinare la masă constantă	Reziduu max. 0,006 g
Acizi liberi	10 g + 50 ml H_2O (liberă de CO_2) + 1 picături roșu-metil	Virare în galben cu max. 0,3 ml NaOH 0,1 N
NO_3^-	4 g + 15 ml H_2O + 2 ml NaCl 1% + 1 ml indigo 0,05% + 10 ml H_2SO_4 25%	Colorația albastră persistă 10 min
PO_4^{3-}	5 g + 20 ml H_2O + 1 ml H_2SO_4 conc. + 1 ml HNO_3 25% + 10 ml $(NH_4)_2MoO_4$, v. reacția la amoniac	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,015 mg PO_4
SO_4^{2-}	5 g, diluare la 50 ml, filtrare; 25 ml soluție + 1 ml HCl 25% + 2,5 ml $BaCl_2$ 10 %	Tulbureală maximă comparabilă după 3 h cu 0,1 mg SO_4
SCN^-	10 g + 35 ml H_2O (în pîlnie de separare) + 0,5 ml H_2SO_4 15% + 0,5 ml $NH_4Fe(SO_4)_2$ soluție saturată	Colorație maximă comparabilă cu 0,5 mg SCN
As	10 g substanță	Proba de comparație 0,005 mg As
Ca și Mg	Reziduu de la calcinare (v. mai sus) + 1 ml HCl 25% + 10 ml H_2O, încălzire, + 5 ml NH_4OH filtrare, spălare cu puțină H_2O + 10 ml $(NH_4)_2C_2O_4$ 4%; după 12 h filtrare, spălare cu NH_3 2,5%, calcinare	Reziduu max. 1,2 mg
Metale grele	10 g + 50 ml H_2O: a) 0,045 mg Pb diluare la 35 ml + + 1 ml CH_3COOH 1 N + 10 ml H_2S; b) 35 ml soluție analiză + 1 ml CH_3COOH 1N + 10 ml H_2S	b) să nu fie mai colorat decît a)
ClO_3^-	1 g + 10 ml H_2O + 25% + 1 ml Cd I 9,2%	Colorația albastră max. comparabilă cu 0,005 mg ClO_3
I^-	2 g + 10 ml H_2O + 1 ml H_2SO_4 1 N + 0,5 ml $NaNO_3$ 1% + 1 ml CH_3Cl	Colorația stratului de $CHCl_3$ maximă, comparabilă cu 0,02 mg I

5.3 (continuare)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
Fe	4 g + 20 ml H_2O + 1 ml HNO_3 32%, fierbere, răcire + 2 ml NH_2SCN 5%	Colorație roșie maximă comparabilă cu 0,02 mg Fe
	Azotic, acid	
Reziduu la calcinare	100 g evaporat la sec (în capsulă de Pt), calcinare la 600—700°C la masă constantă	Reziduu maxim 3 mg
Cl^-	10 g, diluare la 20 ml + 1 ml HNO_3 25% 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,02 mg Cl
PO_4^{3-}	25 g + 0,5 g Na_2CO_3 evaporat la sec (baie de apă) diluare 20 ml, 5 ml H_2SO_4 20% + 1 ml $(NH_4)_2MoO_4$, 4 h la 40—50°C	Tulbureală galbenă comparabilă cu 0,005 mg PO_4
SO_4^{2-}	10 g + 0,02 g Na_2CO_3 evaporat la sec + 5 ml H_2O filtrare, diluare la 15 ml + 0,5 ml HCl 25% + 1 ml $BaCl_2$ 10%	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,2 mg SO_4
As	100 g + 5 ml H_2SO_4 evaporat pînă la vapori de SO_3, răcire, diluare cu H_2O evaporată din nou; reziduul se ia cu apă	Proba de comparație 0,006 mg As
Metale grele	5 g evaporat la sec (baie de apă) + 3 picături neutralizare cu NH_3, diluare la 20 ml + 1 ml CH_3COOH glacial, saturare cu H_2S	Colorație maximă comparabilă cu 0,025 mg Pb
Fe	5 g evaporat la sec (baie de apă) + 2 ml HCl 37%, diluare la 20 ml + 3 ml NH_4SCN 30%	Colorație roșie maximă comparabilă cu 0,025 mg Fe
N_2O_4	În Erlenmeyer cu dop rodat 10 ml $KMnO_4$ 1,0 N + 10 ml H_2SO_4 (1 : 3) + 100 ml H_2O + 5 g HNO_3 de analizat, agitare, titrare $FeSO_2$ 0,1 N pînă la roz și exces 2—3 ml retitrare cu $KMnO_4$ pînă la slab roz	Max. 0,005 g N_2O_4

5.3 (continuare)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
	Bariu, clorură	
Insolubile	20 g + 200 ml H_2O, încălzire 1 h (baie de apă), filtrare, spălare cu apă, uscare la 105°C	Reziduu max. 0,001 g
Neutralitate	10 g + 100 ml H_2O + 3 picături fenolftaleină	Colorația roz să dispară cu 0,1 ml $BaCl_2$ de analizat; la adăugare de 0,1 ml NaOH 0,1 N colorație roz, colorație max. comparabilă cu 0,2 mg ClO_3
ClO_3^-	4 g + 40 ml H_2O + 10 ml soluție saturată Na_2CO_3 + 20 ml H_2SO_4 10%, filtrare; 25 ml filtrat + 25 ml HCl 25% + 1 ml KI 2%	
Metale alcaline	10 g + 40 ml H_2O + 1 ml HCl, la fierbere, + 35 ml H_2SO_4 10%, răcire, diluare la 200 ml; după 15 h, filtrare; 100 ml filtrat evaporat și calcinat	Reziduu max. 0,0025 g
Cr și Sr	4 g + 30 ml C_2H_5OH absolut, agitare cîteva minute, filtrare, uscare, reluare cu 15 ml C_2H_5OH absolut, uscare + cîteva picături H_2SO_4, evaporat la sec, calcinare	Reziduu max. 0,0024 g
Metale grele	4 g diluare la 20 ml: a) 20 ml H_2O + 0,02 mg Pb + 0,2 ml CH_3COOH glacial, saturat cu H_2S; b) 20 ml soluție de analiză + 0,2 ml CH_3COOH, saturare cu H_2S	După 10 min (b) să nu fie mai colorat decît (a)
Fe	a) 5 g + 15 ml H_2O la cald + 2 ml HNO_3 32% răcire, diluare la 20 ml + 2 ml NH_4SCN 5%; b) 20 ml H_2O + 2ml HNO_3 + 2 ml NH_4SCN 5% + 0,1 mg Fe	a) să nu fie mai colorat decît b)

Impurităţile	Metoda de lucru	Fenomenul observat şi limitele maxime admise
	Clorhidric, acid	
Nevolatile	85 cm^3 + 1 pic. H_2SO_4 evap. (capsulă Pt), calcinare 5 min.	Reziduu max. 0,5 mg
Clor liber	25 cm^3 + 25 cm^3 H_2O (proaspăt fiartă), răcire + 2 pic. KJ 2% + 1 cm^3 CS_2	CS_2 să nu se coloreze în roz în 30 secunde
SO_4^{2-}	20 cm^3 + 0,02 g Na_2CO_3, evap. sec + 5 cm^3 H_2O + 0,5 cm^3 HCl 1 N, filtrare, spălare cu apă (10 cm^3) + 1 cm^3 $BaCl_2$	Tulbureală max. comparabilă cu 0,05 mg SO_4
SO_3^{2-}	50 cm^3 H_2O + cîteva pic. soluţie amidon + 0,05 cm^3 soluţie 0,1 N iod + 5 cm^3 HCl (de analizat), diluat cu 50 cm^3 H_2O	Coloraţia albastră să persiste după amestecare
As	20 cm^3 + 5 cm^3 HNO_3 + 3 cm^3 H_2SO_4 evap. pînă la vap. SO_3, răcire, + 10 cm^3 H_2O, evap. din nou; reziduul se ia cu apă v. metoda cap. colorimetrie (IV-8)	Proba de comparaţie 0,0025 m As
Metale grele	10 cm^3 evap. sec (baie de apă) + 5 pic. HCl (de analizat) diluarea la 35 cm^3 + 15 cm^3 H_2S	Să nu se coloreze
Fe	18 cm^3 + 0,05 g KNO_3 evap. la 2 cm^3 diluare 10 cm^3 + 1 cm^3 NH_4SCN	Coloraţie roşie, max. comparabilă cu 0,02 mg Fe
	Fluorhidric, acid	
Reziduu la calcinare	20 g + 2 – 3 picături H_2SO_4 evaporat la sec (capsulă de Pt), calcinare	Reziduu max. 0,002 g
Cl^-	25 ml H_2O + 0,5 ml HNO_3 25% + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N + + 1 g HF (de analiză)	Tulbureală maximă după 10 min comparabilă cu 0,04 mg Cl
SO_4^{2-}	7,5 g + 5 ml Na_2CO_3 0,2% evaporat la sec (capsulă de Pt, baie de apă) + 1 ml HCl 25% evaporat la sec + 30 ml H_2O, filtrare; 20 ml filtrat + 0,2 ml HCl 25% + 2,5 ml $BaCl_2$ 10%	Tulbureală maximă comparabilă, după 3 h, cu 0,2 mg SO_4

5.3 (continuare)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
Metale grele	5 g + 5 ml Na_2CO_3 0,2%, evaporat la sec (baie de apă) + + 1 ml HNO_3 33%, evaporat la sec, uscat 30 min la 105°C rezidu + 19 ml H_2O + 1 ml HNO_3 33% filtrare; 20 ml filtrat + 0,3 ml CH_3COOH 25%, diluare la 15 ml, saturat cu H_2S	După 10 min colorație brună comparabilă cu 0,0375 mg Pb
Fe	7,5 g + 5 ml Na_2CO_3 0,2% evaporat la sec (baie de apă) + 1 ml HNO_3 33%, evaporat la sec, uscat 30 min la 105°C; rezidu + 3 ml HCl 25% + + 27 ml H_2O, filtrare; 20 ml filtrat + 2 ml NH_4SCN 5%	Colorație roșie maximă comparabilă cu 0,05 mg Fe
	Oxalic, acid	
Insolubile	20 g + 200 ml H_2O, încălzire 1 h (baie de apă), filtrare, spălare cu H_2O, uscare 105°C	Rezidu max. 0,002 g
Rezidu la calcinare	Se calcinează 10 g	
	10 g + 80 ml H_2O, filtrare; 40 ml filtrat + 15 ml HNO_3 + + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,05 mg Cl.
N total	2 g + 50 ml H_2O + 20 ml NaOH 10% + 0,5 g aliaj Devarda; după 3 h se distilă 50 ml + 50 ml H_2O + 2 ml soluție Nessler	Colorație maximă comparabilă cu 0,04 mg N (ca NH_4Cl)
SO_4^{2-}	4 g + 15 ml H_2O (în Pt) + 0,2 g Na_2CO_3 (în porțiuni mici), evaporat la calcinare + 15 ml H_2O + 1 ml H_2O_2 30%, fierbere 3 min + 1 ml HCl, evaporat la sec (baie de apă); rezidu + 20 ml H_2O, filtrare 10 ml filtrat + 0,5 ml HCl 25% + 5 ml $BaCl_2$ 10%	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,2 mg SO_4
Substanțe care se înnegresc cu H_2SO_4	1 g + 10 ml H_2SO_4, încălzire în tub pînă la vapori de SO_3	Se admite numai o colorație slabă

5.3 (continuare)

Impurităţile	Metoda de lucru	Fenomenul observat şi limitele maxime admise
Metale grele	2 g calcinare; reziduu + 1 ml HCl 35%, evaporare la sec; reziduu + 0,5 ml HCl 25% + 5 ml H_2O; neutralizare cu NH_4OH + 0,3 ml CH_3COOH glacial, diluare la 15 ml, saturat cu H_2S	Coloraţie brună maximă comparabilă cu 0,02 mg Pb.
Fe	5 g calcinare; reziduu + 1 ml HNO_3 25%, diluare la 15 ml + 2 ml NH_4SCN 5%	Coloraţie roşie maximă comparabilă cu 0,02 mg Fe
Ca	2,5 g calcinare; reziduu + 1 ml HCl, evaporare la sec; reziduu + 15 ml H_2O + 2,5 ml NH_4OH + 2,5 ml $(NH_4)_2C_2O_4$ 4%, fierbere răcire	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,1 mg Ca
Mg	2 g calcinare; reziduu de 2 ori cu cîte 1 ml HCl, evaporare la sec; reziduu + 10 ml H_2O + 3 ml NaOH 30% + 0,2 ml galben de titan 0,1%	Coloraţie roz, maximă comparabilă cu 0,1 mg Mg
	Potasiu, bisulfat (hidrogen sulfat)	
Insolubile	50 g + 200 ml H_2O, încălzire 1 h (baie de apă), filtrare, spălare cu H_2O (caldă), uscare la 110°C	Reziduu max. 0,0025 g
Cl^-	2 g + 30 ml H_2O, filtrare; 15 ml filtrat + 1 ml HNO_3 25% + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,02 mg Cl
NO_3^-	3 g + 10 ml H_2O + 1 ml NaCl 1% + 0,3 ml indigo 0,05% 10 ml H_2SO_4 conc.	Coloraţie albastră maximă comparabilă cu 0,048 mg NO_3
PO_4^{3-}	10 g diluare la 60 ml, filtrare; 30 ml filtrat + 1 ml HNO_3 32%, + 5 ml $(NH_4)_2MoO_4$; 4 h pe baie de apă 40—50°C	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,05 mg PO_4
SiO_2 şi substanţe precipitabile cu NH_4OH	50 + 150 ml H_2O + 5 ml H_2SO_4 15 %, evaporat la sec pînă la dispariţia vaporilor de SO_3; răcire + 50 ml H_2O + 0,5 ml HNO_3 25%; fierbere + NH_4OH pînă la slab alcalină, încălzire 1 h la 70—80°C; filtrare, spălare NH_4OH 2,5% calcinare	Reziduu max. 0,010 g

5.3 (continuare)

Impurităţile	Metoda de lucru	Fenomenul observat şi limitele maxime admise
Metale grele	8 g diluare 40 ml, filtrare; 20 ml filtrat + 2 ml HCl conc., fierbere + 5 ml NH_4OH 25% + 1,5 ml CH_3COOH glacial, diluare 30 ml, saturat cu H_2S	Coloraţie maximă comparabilă cu 0,04 mg Pb
Fe	2 g + 15 ml H_2O + 2 ml HNO_3 32%, fierbere, răcire, diluare la 25 ml + 2 ml NH_4SCN 5%	Coloraţie roşie maximă comparabilă cu 0,02 mg Fe
Ca şi Mg	Filtratul de la bioxidul de siliciu + 10 ml NH_4OH + + 1 g NH_4Cl + 10 ml $(NH_4)_2C_2O_4$ 4% + 4 ml $(NH_4)_2HPO_4$ 10%; 3 – 4 h la 40 – 50°C; precipitatul se filtrează, spălare cu 0,5% $(NH_4)_2C_2O_4$ + + 2,5% NH_4OH, calcinare	Reziduu max. 0,0025 g
Săruri de amoniu	1 g + 50 ml H_2O + 5 ml NaOH 10% + 2 ml reactiv Nessler	Coloraţie galben maximă, comparabil cu 0,02 mg NH_4
As	Determinare pe 10 g prin metoda colorimetrică	Proba de comparaţie 0,005 mg As
Na	Soluţie 20%, coloraţia flăcării	Să nu se coloreze în galben mai mult decît 0,002 g Na
	Potasiu, hidroxid	
	Soluţie (A) utilizată pentru toate încercările: 100 g KOH + H_2O (liberă de CO_2), diluare la 1000 ml	
K_2CO_3	Titrare cu HCl 1 N (metiloranj), după ce s-a titrat cu KOH (fenolftaleină)	max. 2,5%
Cl^-	2 ml soluţie (A) + 15 ml H_2O + + 1 ml HNO_3 25% + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,02 mg Cl
Compuşi cu azot	30 ml soluţie (A) + 40 ml H_2O (liberă de NH_3) + 1 g aliaj Devarda pulbere, după 2 h se distilă 40 ml peste 5 ml H_2O acidulată cu 1 picătură HCl dil., distribuit + 1 ml soluţie (A) + 2 ml soluţie Nessler	Coloraţie maximă comparabilă cu 0,02 mg N (ca NH_4Cl) + 10 ml soluţie (A)

5.3 (continuare)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
PO_4^{3-}	10 ml soluție (A) neutralizată cu H_2SO_4 25% + 2 ml H_2SO_4 25% exces, v. reacție la amoniac	Tulbureală galbenă maximă comparabilă cu 0,03 mg PO_4
SO_3^{2-}	20 ml soluție (A) + 5 ml HCl, evaporat la sec (pe baie de apă) + 15 ml H_2O + 0,5 ml HCl 1 N + 2 ml $BaCl_2$ 10%	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,1 mg SO_4
Substanțe care precipită cu NH_4OH	100 ml soluție (A) + 80 ml H_2SO_4 25% evaporat pînă la vapori de SO_3, răcire, + 130 ml H_2O, alcalizare cu NH_3 (roșu-metil), filtrare, calcinare	Reziduu max. 0,002 g
SiO_2	Reziduu de la SO_3^{2-} și substanțele care precipită cu NH_4OH picătură H_2SO_4 + 5 picături HF, calcinare la masă constantă	Pierdere în greutate, max. 0,001 g
Fe	10 ml soluție (A) + 3 ml HCl 25% + 30 mg $(NH_4)_2S_2O_8$ + + 3 ml NH_4SCN 5%	Colorație roșie maximă comparabilă cu 0,01 mg Fe
Metale grele	25 ml soluție (A) + 5 ml HNO_3 33% evaporat la sec. + 20 ml H_2O + NaOH 0,1 N (fenolftaleină) pînă la roz + 2 ml CH_3COOH 1 N, diluare 50 ml: (a) 10 ml soluție + 0,03 mg Ag diluare la 40 ml + 10 ml H_2S; (b) 40 ml soluție + 10 ml H_2S	(b) să nu fie mai colorat decît (a)
Na	1 ml soluție (A) neutralizat cu HCl, diluare la 5 ml, ardere pe fir Pt	Să nu apară colorație galbenă
	Potasiu nitrat	
Substanțe insolubile	20 g + 200 ml H_2O, încălzire 1 h (baie de apă) filtrare, spălare, uscare 105°C	Reziduu max. 0,001 g
Alcalii libere, acizi liberi	5 g + 50 ml H_2O (liberă de CO_2) + 3 picături fenolftaleină	Să nu se coloreze în roz; colorație roz cu max. 0,4 ml NaOH 0,02 N
Cl^-	2 g + 20 ml H_2O + 1 ml HNO_3 25% + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,02 mg Cl

5.3 (continuare)

Impuritățile	**Metoda de lucru**	**Fenomenul observat și limitele maxime admise**
Clor total	Se calcinează 1 g ușor, la roșu slab, + 20 ml H_2O + + 1 ml HNO_3 25% + $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,02 mg Cl
IO_3^-	1 g + 25 ml H_2O + 0,2 ml amidon 3% + 0,2 ml KI 8% + + 0,6 ml H_2SO_4 16 %	Colorație albastră maximă comparabilă cu 0,06 mg IO_3
NO_2^-	1 g diluare la 40 ml + 1 ml clorhidrat de *m*-fenilendiamină 0,5% + 0,5 ml H_2SO_4 25%	Colorație galbenă maximă comparabilă cu 0,02 mg NO_2
PO_4^{3-}	5 g, diluare la 20 ml + 1 ml HNO_3 32% + 5 ml $(NH_4)_2MoO_4$ v. metoda la amoniac	Tulbureală galbenă maximă comparabilă cu 0,05 mg PO_4
SO_4^{2-}	2 g + 10 ml H_2O + 5 ml HCl 35% evaporat la sec (pe baie de apă) + 0,3 ml HCl, diluare la 15 ml + 2,5 ml $BaCl_2$ 10%	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,10 mg SO_4
NH_3	2 g, diluare la 50 ml + 2 ml NaOH 33% + 2 ml soluție Nessler	Colorație galbenă maximă comparabilă cu 0,02 mg NH_3
Ca, Mg substanțe care precipită cu NH_4OH	Filtratul de la insolubile, încălzit la fierbere + 5 ml $(NH_4)_2C_2O_4$ 4% + 2 ml $(NH_4)_2HPO_4$ 10% + 15 ml NH_4OH; după 12 h filtrare, spălare cu NH_3 2,5%, calcinare	Reziduu max. 0,0016 g
Metale grele	2 g diluare la 15 ml + 0,3 ml CH_3COOH 32%, saturat cu curent H_2S	Colorație brună maximă comparabilă cu 0,01 mg Pb
Fe	3 g + 1 ml HNO_3 32%, diluare la 20 ml + 2 ml NH_4SCN 5%	Colorație roz maximă comparabilă cu 0,018 mg Fe
Na	Soluție 10% colorația flăcării	Să nu se coloreze în galben
	Potasiu, permanganat	
Cl^-	1 g + 25 ml H_2O (caldă) + 2,5 g $C_2H_2O_4$ + 10 ml H_2SO_4 25% încălzire; după decolorare, răcire + 1 ml HNO_3 25% + + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,04 mg Cl

5.3 (continuare)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
Insolubile	10 g + 300 ml H_2O, filtrare, spălare, uscare, constant la 105°C	Reziduu max. 0,021 g
Compuși cu azot	10 g + 60 ml H_2O + 10 ml H_2SO_4 5% + 2,5 g $C_2O_4H_2$; după decolorare + 20 ml NaOH 10% + 0,5 g aliaj Devarda pulbere; după 3 h se distilă 50 ml în H_2O + 2 ml soluție Nessler	Colorație maximă comparabilă cu 0,04 mg N(ca NH_4Cl)
SO_4^{2-}	5 g + 10 ml C_2H_5OH încălzire, precipită MnO_2, răcire, diluare la 100 ml, fierbere; 50 ml soluție, evaporat la sec, diluare la 15 ml, neutralizat la HCl, acidulat cu 0,3 ml HCl 1 N + 2,5 ml $BaCl_2$ 10%	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,025 mg SO_4
As	10 g + 200 ml H_2O + 10 ml H_2SO_4 + H_2O pînă la decolorare, evaporare, uscare, trece în balon pentru dozare	Colorare maximă comparabilă cu 0,002 mg As
MnO_2	Reziduu de la insolubile, spălat cu 200 ml $C_2O_4H_2$ 15% acid cu H_2SO_4 1% fierbere și 100 ml H_2O uscare la 105°C	Pierdere în greutate după spălare max. 20 mg
	Sodiu, hidroxid	
	Aceleași încercări și condiții ca și la KOH	
	Sodiu, carbonat (anhidru)	
Insolubile	20 g + 100 ml H_2O, încălzire 1 h (pe baie de apă), filtrare pe creuzet filtrant, spălare cu H_2O (caldă), uscare 110°C	Reziduu max. 0,002 g
Cl^-	4 g + 25 ml H_2O, neutralizare cu HNO_3, filtrare; 20 ml filtrat + 2 ml HNO_3 32% + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,04 mg Cl
N total	4 g + 50 ml H_2O + 20 ml NaOH 10% + 0,5 g aliaj Devarda pulbere; după 3 h distilare 50 ml în 50 ml H_2O + 2 ml soluție Nessler	Colorație maximă comparabilă cu 0,04 mg N (ca NH_4Cl)

5.3 (continuare)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
PO_4^{3-}	4 g + 25 ml H_2O, neutralizat cu HNO_3 32%, fierbere pînă la dispariția CO_2, răcire, diluare la 50 ml, filtrare; 25 ml filtrat, v. reacție amoniac	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,12 mg PO_4
S total	6 g + 20 ml H_2O + 5 picături apă de brom, fierbere 2 min, răcire, neutralizat cu HCl 35%, diluare la 50 ml, filtrare; 25 ml filtrat + 1 ml HCl 1 N + 2 ml $BaCl_2$ 10%	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,18 mg SO_4
SiO_2 și substanțe precipitabile cu NH_4OH	50 g + 150 ml H_2O + treptat 40 ml H_2SO_4 conc., evaporat (pe baie de nisip) pînă la vapori SO_3, răcire + 130 ml H_2O + 2,5 g NH_4Cl + NH_4OH pînă la reacție bazică (metiloranj); încălzire la fierbere 30 min (pe baie de nisip); filtrare, spălare pînă la dispariția SO_4; filtrul cu precipitat calcinat la constant	Reziduu max. 6,5 mg
SiO_2	Reziduu de mai sus + 5 picături H_2SO_4 + 5 picături HF, evaporat, calcinat constant	Pierdere în greutate max. 1,5 mg
As	10 g dizolvate la cald în puțină apă, neutralizat cu H_2SO_4, soluția se trece în vasul de determinare	Proba de comparație 0,005 mg As
Ca și Mg	Filtrul de la SiO_2 și substanțe precipitabile cu NH_4OH + + 10 ml $(NH_4)_2C_2O_4$ 4% + 4 ml $(NH_4)_2HPO_4$ 10% + 20 ml NH_4OH; după 12 h filtrare, spălare cu NH_3 2,5%, calcinare	Reziduu max. 0,010 g
Metale grele	10 g + 60 ml H_2O, neutralizare cu HCl, diluare la 100 ml, filtrare; a) 50 ml H_2O + + 0,025 mg Pb + 1 ml CH_3COOH glacial, saturat cu H_2S; b) 50 ml filtrat + 1 ml CH_3COOH glacial, saturat cu H_2S	b) să nu fie mai colorat decît a)

5.3 (continuare)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
Fe	10 g + 60 ml H_2O, neutralizat cu HNO_3, fierbere pînă la dispariția CO_2, diluare la 100 ml; 50 ml soluție + 1 ml HNO_3 + 2 ml NH_4SCN 5%	Colorație roșie maximă comparabilă cu 0,015 mg Fe
K	3 g + 15 ml H_2O neutralizat cu HNO_3, evaporat la sec + 15 ml H_2O + 5 ml soluție cobaltiazotit de sodiu; după 18 h se citește	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,15 mg K (ca KCl)
	Sodiu, peroxid	
Cl	1 g + 20 ml H_2O (rece) + 5 ml HNO_3 32%, răcire + 1 ml $AgNO_3$ 0,1 N	Tiulbureală maximă comparabilă cu 0,02 mg Cl
Compuși cu azot	2 g + 20 ml H_2O rece (gheață), neutralizat cu CH_3COOH glacial + 3 picături exces, conc. la 10 ml, răcire, diluare la 40 ml + 10 ml NaOH 10% + 0,5 g aliaj Devarda pulbere; după 3 h decantare; 25 ml soluție + 2 ml soluție Nessler	Colorație maximă comparabilă cu 0,04 mg N (ca NH_4Cl)
PO_4^{3-}	2 g + 30 ml H_2O (rece) + 12 ml H_2SO_4 25%, evaporat la sec (baie de apă) + 20 ml H_2O + 1 ml $(NH_4)_2MoO_4$ 5% în H_2SO_4 1 N + 1 ml *p*-metil-aminofenol 0,2% + 0,2 g $NaHSO_4$, încălzire 10 min la 60°C	Colorație albastră maximă comparabilă cu 0,01 mg PO_4
Substanțe care precipită cu HN_4OH	5 g + 40 ml H_2O, răcire (gheață) + 40 ml H_2SO_4 25% evaporat pînă la vapori SO_3, răcire + 100 ml H_2O alcalinizare cu NH_4OH, fierbere, filtrare, spălare cu H_2O (caldă), calcinare	Reziduu max. 0,001 g
Metale grele	2,5 g + 15 ml H_2O (rece) + 5 ml HCl, evaporat la sec (pe baie de apă); diluare 20 ml H_2O + 1 picătură fenolftaleină + NaOH 0,1 N (roz) + 2 ml CH_3COOH 1 N, diluare 50 ml; (a) 10 ml soluție + 0,03 mg Pb, diluare la 40 ml + 10 ml H_2S; (b) 40 ml soluție + 10 ml H_2S	(b) să nu fie mai colorat decît (a)

Impuritățile	Metoda de lucru	Fenomenul observat și limitele maxime admise
Fe	1 g + 25 ml H_2O + 3 ml HCl, evaporat la 5 ml, răcire, + 1 ml HCl conc., diluare la 50 ml + 3 ml NH_3SCN 5%	Colorație roșie maximă comparabilă cu 0,03 mg Fe
SO_4^{2-}	10 g + 150 ml H_2O (rece) neutralizat cu HCl conc., fierbere pînă la 100 ml; + 1 ml HCl, filtrare, încălzire la fierbere + 5 ml $BaCl_2$ 10%	Să nu se precipite după 12 h
	Sulfuric, acid	
Reziduu la calcinare	200 g evaporat la sec (în capsulă de Pt), calcinare 5 min	Reziduu max. 3 mg
Cl^-	10 ml H_2O + 10 g H_2SO_4 (de analizat), răcire, diluare la 20 ml + 1 ml HNO_3 32% + 1 ml Ag NO_3 0,1 N	Tulbureală maximă comparabilă cu 0,018 mg Cl
NO_3^-	10 ml H_2O + 10 g H_2SO_4 (de analizat) diluare la 20 ml + 1 ml difenilamină 0,3% în H_2SO_4 conc.	Colorație maximă comparabilă cu 0,04 mg NO_3
Substanțe oxidabile cu $KMnO_4$	30 ml H_2O + 20 ml H_2SO_4 (de analizat), răcire, + 1,25 ml $KMnO_4$ 0,01 N	Colorația roz să persiste 5 min
Săruri de NH_4	5 g diluare cu puțină apă, răcire (gheață), diluare la 50 ml, + 25 ml NaOH 30% + 2 ml soluție Nessler	Colorație maximă comparabilă cu 0,03 mg NH_3
As	50 g + 2 ml HNO_3, evaporat la 8 ml' răcire, trece în vas pentru determinare As	Colorație maximă comparabilă cu 0,0015 mg As
Metale grele	5 g evaporare (pe baie de nisip); reziduu + cîteva picături HCl, neutralizat cu NH_3, diluare la 20 ml + 1 ml CH_3COOH 30%, saturat H_2S	Colorație maximă comparabilă cu 0,075 mg Pb
Fe	5 g + 2 picături HNO_3 conc. evaporat la sec; reziduu + 1 ml HCl 25%, diluare la 20 ml + 2 ml NH_4SCN 5%	Colorație roșie comparabilă cu 0,015 mg Fe
Se	20 g + 0,01 g fosfat de codeină, încălzire 1 min pe baie de apă	Să nu se coloreze verde sau roșie

Proba de arsen: *a)* soluția + 4 cm³ KI(20%) + 3 picături $SnCl_2$ (40% în HCl conc.), încălzire 10 min., răcire la +5°C, +15g Zn; după 15 min la +5° și 1h la 20°C, colorimetrare pe hîrtie cu $HgBr_2C$ 5% în alcool); *h)* PH_3, SbH_3, SH_2 se rețin în vată hidrofilă îmbibată cu CuCl (sol. 15 g în 100 cm³ HCl 6N); *c)* soluția de comparație: 1 cm³ = 1mg As_2O_3 (1g As_2O_3 + 25 cm³ NaOH (20%), diluare cu apă la 0,5 l, acidulare cu K_2SO_4dil., diluare la 1 l cu apă.

5.4. REACTIVI CHIMICI PENTRU INDUSTRIA ELECTRONICĂ

Reactivii chimici, utilizați în mod obișnuit în industria electronică, au condiții de puritate deosebite, care sînt indicate în tabel.

Reactivul	Caracteristicile generale	Impurități
Acetic, acid — pentru industria electronică	CH_3COOH: $M = 60{,}06$ CH_3COOH min. 99,7%	Reziduu la evaporare 100°C Metale grele (Pb) Cu
Acetonă — pentru industria electronică	CH_3COCH_3: $M = 58{,}08$ d^{20} max. 0,791; distilă la 56—57°C din care 95% în 0,2°C	Aciditate (în CH_3COOH) Alcalinitate (în NH_3) H_2O Reziduu la 100°C
Acetat de etil — pentru industria electronică	$CH_3COOC_2H_5$: $M = 88{,}11$ d^{20} 0,899—0,901; rezistivitate superioară la 20 $M\Omega$/cm; distilă la 76,5—77,5°C din care 95% în 0,2°C	Aciditate (în CH_3COOH) H_2O Reziduu la 100°C
Amoniac 28—30% — pentru industria electronică	NH_3: $M = 17{,}03$ NH_3: 28—30%	Reziduu la 100°C Metale grele (Pb) Fe Ca
Amoniu, carbonat — reactiv pentru analiză	Amestec de hidrogen carbonat acid (NH_4HCO_3) și de carbamat de amoniu (NH_4OCONH_2); NH_3 min. 30%	Insolubil în apă Reziduu la calcinare sulfurică Metale grele (Pb)
Amoniu, clorură —reactiv pentru analiză	NH_4Cl: $M = 53{,}49$ NH_4Cl: 99,5—100%	Insolubil în apă Aciditate-alcalinitate (la roșu de metil) 2 ml 0,1 N Reziduu la calcinare sulfurică
Amoniu, fluorură sol. 40% reactiv pentru analiză	NH_4F: $M = 37{,}04$ NH_4F: 39—41%	Aciditate (la albastru de bromtimol) 1 ml 0,1 N Reziduu la calcinare sulfurică
Amoniu, fluorură — reactiv pentru analiză	NH_4F: $M = 37{,}04$ NH_4F: min 98%	Insolubil în apă Aciditate (la albastru de bromtimol) 2 ml 0,1 N Reziduu la calcinare sulfurică

limită, % max.				
0,0010	Ni	0,00001	Substanțe reducătoare la $K_2Cr_2O_7$ (în O_2)	0,0040
0,00005	Cl anorganic	0,0001		
0,00001	SO_4	0,0001		
0,0020			Substanțe reducătoare la $KMnO_4$	test negativ
0,0010	Metale grele (Pb)	0,0001		
0,2000	Cu	0,00001	Metanol	0,0500
0,0010	Ni	0,00001	Aldehide	0,0020
	Fe	0,00001		
0,0050	Metale grele (Pb)	0,0010		
0,2000	Impurități organice	0,1000		
0,0030	Colorație sulfurică (5 ml + 5 ml) cf. det			
0,0020	Cl	0,00005	Piridină	test negativ
0,00005	SO_4	0,0002	Substanțe reducătoare la $KMnO_4$	test negativ
0,00002	PO_4	0,0002		
0,00005	CO_2	0,0020		
0,0100	Fe	0,0002	PO_4	0,0010
	Cl	0,0005	CNS	0,0010
0,0050	SO_4	0,0020	As	0,0001
0,0005	NO_3	0,0010		
0,0050	Metale grele (Pb)	0,0002	NO_3	0,0005
	Fe	0,0002	PO_4	0,0002
	Ba	test negativ	CNS	test negativ
	Ca	test negativ	As	0,0002
0,0050	SO_4	0,0020		
	Metale grele (Pb)	0,0002	SO_4	0,0040
	Fe	0,0002	As	0,00008
0,0040	Cl	0,0002	SiO_2	test negativ
0,0050	Metale grele (Pb)	0,0005	SO_4	0,0010
	Fe	0,0005	As	0,0002
0,0005	Cl	0,0005	SiO_2	test negativ

Reactivul	Caracteristicile generale	Impurități
Bariu, acetat — reactiv pentru analiză	$Ba(OCOCH_3)_2$: M = 255,43 $Ba(OCOCH_3)_2$: min. 98%	Insolubil în apă Aciditate-alcalinitate (la fenolftaleină) 0,5 ml 1,0 N Metale grele (Pb)
Bariu, carbonat — reactiv pentru analiză	$BaCO_3$: M = 197,35 $BaCO_3$: min. 99,5%	Alcalinitate (la fenolftaleină) 0,5 ml 1,0 N Insolubil în HCl 10% vol. Metale grele
Bariu, nitrat — reactiv pentru analiză	$Ba(NO_3)_2$: M = 261,35 $Ba(NO_3)_2$: 99,5—100%	Insolubil în apă Aciditate-alcalinitate (la fenolftaleină) 0,2 ml 1,0 N
Calciu, carbonat (precipitat liber de alcali) — reactiv pentru analiză	$CaCO_3$: M = 100,09 $CaCO_3$: min. 99%	Insolubil în HCl 20% vol. Alcalinitate (la fenolftaleină) 1 ml 1,0 N precipitat cu NH_3
Calciu, fosfat dicalcic (precipitat) — reactiv pentru analiză	$CaHPO_4$: M = 136,06	Metale grele (Pb)
Calciu, nitrat — pentru uz științific	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$: M = 236,15	
Clorhidric, acid — pentru industria electronică	HCl: M = 36,46 HCl: 35,5—37,25%	Reziduu la calcinare sulfurică Metale grele (Pb)
Fluorhidric, acid — pentru industria electronică	HF: M = 201,01 HF: 49—51%	H_2SiF_6 Fe Metale grele (Pb) Reziduu la calcinare (în sulfați)
Hidrogen, peroxid (Apă oxigenată de 110 volume „Electro" — reactiv pentru analiză	H_2O_2: M = 34,01 H_2O_2: 30—31% (110—115% vol.)	Aciditate (la roșu de metil) 1 ml 0,1 N Reziduu nevolatil la 100°C Metale grele (Pb)
Magneziu, oxid-calcinat liber de arsenic — reactiv pentru analiză	MgO: M = 40,31 MgO: min. 95%	Insolubil în H_2O Insolubil în HCl Metale grele (Pb) Fe

5.4 (continuare)

limită, % max.				
0,0050	Fe	0,0002	Cl	0,0010
	Neprecipitabil cu H_2SO_4	0,1000	NO_3	0,0010
0,0050	NH_4	0,0010	Substanțe reducătoare (în HCO_3H)	0,0050
	Fe	0,0005	S(sulfuri)	test negativ
	NH_4	0,0020	NO_3	0,0010
0,0050	Neprecipitabile H_2SO_4	0,3000	PO_4	0,0010
0,0005	Cl	0,0010		
0,0050	Metale grele (Pb)	0,0005	Cl	0,0005
	Fe	0,0002	PO_4	0,0010
	Neprecipitabil cu H_2SO_4	0,1000	As	0,0001
0,0100	Fe	0,0010	Cl	0,0010
	Ba	test negativ	SO_4	0,0100
	Neprecipitabil cu oxalat de amoniu (în sulfați)	0,1500	PO_4	0,0010
0,0200			As	0,0005
0,0005	Na	0,0200		
0,0005	Fe	0,00002	SO_4	0,0001
0,0001	NH_4	0,0003	SO_3	0,0001
	Cl liber	0,0001	As	0,000001
0,0020	SO_4	0,0010	Ni	0,00001
0,00003	SO_3	0,0004	Cl	0,0010
0,00005	PO_4	0,00005	Substanțe reducătoare la $KMnO_4$ (în O_2)	0,0004
	As	0,000001		
0,0005	Cu	0,00001		
	Fe	0,00002	SO_4	0,0005
0,0050	Ba	test negativ	N total	0,0002
0,00002	Cl	0,0001	PO_4	0,0010
	F	test negativ	As	0,0002
0,5000	Ba	test negativ	SO_4	0,0020
0,0100	Ca	test negativ	NO_3	0,0050
0,0010	Cl	0,0100	As	0,00005
0,050				

5.4 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile generale	Impurități
Nitric, acid, $d = 1,42$ — pentru industria electronică	HNO_3: $M = 63,01$ HNO_3: 69—71%	Reziduu la calcinare Metale grele (Pb) Cu
Potasiu, hidroxid — reactiv pentru analiză	KOH: $M = 56,11$ KOH: min. 85%	K_2CO_3 Precipitabil cu amoniac ($SiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3$) Metale grele (Pb)
Potasiu și sodiu, tartrat — reactiv pentru analiză	$KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$: $M = 282,23$ $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$:min. 99%	Insolubil în H_2O Aciditate-alcalinitate (la fenolftaleină) 5 ml 0,1 N Metale grele (Pb)
Sodiu, carbonat (anhidru) — reactiv pentru analiză	Na_2CO_3: $M = 105,99$ Na_2CO_3: 99—100%	Insolubil în H_2O NaOH liber Precipitat cu amoniac ($SiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3$) Metale grele (Pb)
Sodiu, hidroxid — reactiv pentru analiză	$NaOH$: $M = 40,00$ $NaOH$: min. 97%	Na_2CO_3 Precipitat cu amoniac ($SiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3$) Metale grele (Pb)
Stibiu, trioxid — reactiv pentru analiză	Sb_2O_3: $M = 291,50$ Sb_2O_3: 99—100%	Insolubil în HCl Insolubil în acid tartric
Stronțiu, nitrat anhidru — reactiv pentru analiză	$Sr(NO_3)_2$: $M = 211,63$ $Sr(NO_3)_2$: min. 99%	Insolubil în H_2O aciditate-alcalinitate (la albastru de bromtimol) 2,5 ml 0,1 N
Sulfuric, acid — pentru industria electronică	H_2SO_4: $M = 98,08$ H_2SO_4: min. 95%	Reziduu fix Metale grele (Pb) Fe
Toluen — reactiv pentru analiză	$C_6H_5CH_3$: $M = 92,14$ d^{20} 0,864—0,867; distilă la 110—112°C din care 95% în 0,6°C $C_6H_5CH_3$: min. 99,5%	Aciditate (în HCl) Alcalinitate (în NaOH)
Zinc, clorură — reactiv pentru analiză	$ZnCl_2$: $M = 136,28$ $ZnCl_2$: min. 97%	Insolubil în HCl Pb Cu Fe

5.4 (continuare)

limită, % max.				
0,0004	Fe	0,00002	SO_4	0,0001
0,00002	Ni	0,00001	PO_4	0,0002
0,00001	Cl	0,00001	As	0,000001
1,500	Fe	0,0005	Cl	0,0030
	Ba	test negativ	SO_4	0,0020
0,0100	Ca + Mg	0,0100	NO_3	0,0010
0,0005	NH_4	0,0010	PO_4	0,0010
0,0050	Fe	0,0002	Cl	0,0005
	Ba	test negativ	SO_4	0,0100
	Ca	test negativ	As	0,0001
0,0010	NH_4	0,0010		
0,0050	Fe	0,0005	SH	test negativ
0,0400	Ba	test negativ	NO_3	0,0010
0,0100	Ca + Mg	0,0100	PO_4	0,0010
0,0005	Cl	0,0020	As	0,0001
	$SO_4 + SO_3$	0,0020	CO_3HNa	test negativ
			SiO_2	0,0010
1,500	Fe	0,0005	Cl	0,0030
	Ba	test negativ	SO_4	0,0020
0,0100	Ca + Mg	0,0100	NO_3	0,0010
0,0005	NH_4	0,0010	PO_4	0,0010
0,0050	Metale grele străine	0,0020	Cl	0,0050
0,0050	Fe	0,0005	As	0,0010
	Metale grele (Pb)	0,0005	NH_4	0,0010
	Fe	0,0005	SO_4	0,0025
	Ba	0,0050	SH	test negativ
	Neprecipitabil cu H_2SO_4	0,2000		
0,0005	NH_4	0,0002	Substanțe reducătoare la $KMnO_4$	test negativ
0,0001	Cl	0,00002	As	0,000001
0,00002	NO_3	0,00005		
0,0005	H_2O	0,0500	Sulf total	0,0010
0,0005	Rezidu la evaporare	0,0010	Colorație sulfurică (5 ml + 5 ml)	1 N/20000
0,0050	Ba	test negativ	SO_4	0,0020
0,0020	NH_4	0,0010	NO_3	0,0010
0,0010	Neprecipitat cu sulfură de amoniu (ca sulfați)	0,2500		
0,0005				

5.5. DIZOLVANȚI ȘI REACTIVI CHIMICI PENTRU SPECTROFOTOMETRIE

Tabelul conține o serie de reactivi și dizolvanți utilizați în mod obișnuit în spectrometria UV și IR cu caracteristicile lor de puritate și spectrale.

<table>
<tr><th>Reactivul</th><th>Caracteristicile și condițiile</th><th>Caracteristicile de transmisie</th></tr>
<tr><td>Acetonă pentru spectrofotometrie</td><td>CH_3COCH_3: $M = 58,08$
d^{20} 0,7905—0,7911;
distilă între 56—57°C din care 95% în 0,2°C</td><td>Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; martor: apa)
<table>
<tr><th><i>Lungimea de undă, nm</i></th><th><i>Transmisia minimă, %</i></th></tr>
<tr><td>400</td><td>100</td></tr>
<tr><td>350</td><td>100</td></tr>
<tr><td>345</td><td>95</td></tr>
<tr><td>340</td><td>85</td></tr>
<tr><td>335</td><td>60</td></tr>
<tr><td>330</td><td>15</td></tr>
</table>
Infraroșu: spectrul în cuvă sub 0,1 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm $^{-1}$</td></tr>
<tr><td>Acetonitril pentru spectrofotometria în infraroșu</td><td>CH_3CN: $M = 41,05$
d^{20} 0,781—0,784;
distilă între 80—82°C din care 95% în 1°C</td><td>Infraroșu: spectrul în cuvă sub 0,2 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}</td></tr>
<tr><td>Benzen pentru spectrofotometrie</td><td>C_6H_6: $M = 78,11$
d^{20} 0,878—0,879;
p. cristalizare min. + 5,4°C
distilă între 80 și 80,5°C
reacția (la albastru de timol): neutră</td><td>Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; martor: apa)
<table>
<tr><th><i>Lungimea de undă, nm</i></th><th><i>Transmisia minimă, %</i></th></tr>
<tr><td>400</td><td>100</td></tr>
<tr><td>350</td><td>100</td></tr>
<tr><td>340</td><td>98</td></tr>
<tr><td>330</td><td>96</td></tr>
<tr><td>320</td><td>95</td></tr>
<tr><td>310</td><td>93</td></tr>
<tr><td>300</td><td>90</td></tr>
<tr><td>290</td><td>80</td></tr>
<tr><td>280</td><td>25</td></tr>
</table>
Infraroșu: spectrul în cuvă sub 0,1 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}</td></tr>
<tr><td>Bromoform pentru spectrofotometrie în infraroșu (stabilizat cu 0,1% greut. etanol)</td><td>$CHBr_3$: $M = 252,75$
d^{20} 2,885—2,895
p. congelare ≈ 8°C</td><td>Infraroșu: spectrul în cuvă sub 0,5 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}, ținînd seama de conținutul de 0,1% etanol.</td></tr>
<tr><td>Cesiu, bromură pentru spectrofotometrie în infraroșu</td><td>$CsBr$: $M = 212,81$</td><td></td></tr>
</table>

5.5 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile	Caracteristicile de transmisie	
Ciclohexan pentru spectrofotometrie în ultraviolet	C_6H_{12}: $M = 84,16$ d^{20} 0,778–0,779 p. cristalizare min. 6,2°C distilă între 80,5 și 81°C reacția la albastru de bromtimol: neutră	Ultraviolet:	
		Lungimea de undă, nm	*Transmisia minimă, %*
		400	100
		260	100
		250	98
		240	90
		230	75
		220	45
		210	15
Cloroform pentru spectrofotometrie (stabilizat cu 0,5% greut. etanol)	$CHCl_3$: $M = 119,38$ d^{20} 1,478–1,484 distilă între 59,5 și 61,5°C	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuve de cuarț de 1 cm; martor: apa)	
		Lungimea de undă, nm	*Transmisia minimă, %*
		400	100
		350	100
		320	99
		300	98
		290	97
		280	96
		270	95
		260	85
		250	50
		Infraroșu: spectrul în cuvă de 0,2 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}.	
Clorură de metilen pentru spectrofotometrie	CH_2Cl_2: $M = 84,93$	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuve de cuarț de 1 cm; martor: apa)	
		Lungimea de undă, nm	*Transmisia minimă, %*
		265–350	100
		255	98
		250	95
		245	98
		235	30
1,2-Dicloretan pentru spectrofotometrie în ultraviolet	CH_2ClCH_2Cl: $M = 98,97$ d^{20} 1,250–1,255; distilă între 83 și 84,5°C din care 95% în 1°C; reziduu nevolatil la 100°C max. 0,0020%	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; martor: apa)	
		Lungimea de undă, nm	*Transmisia minimă, %*
		400	100
		290	100
		270	99
		260	95

5.5 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile	Caracteristicile de transmisie	
		255	90
		250	78
		245	53
		240	20
Dimetilformamidă pentru spectrofotometrie	$HCON(CH_3)_2$: $M = 73,10$ d^{20} 0,946–0,950; distilă între 152 și 154°C din care 80% în 1°C	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; martor: apa)	
		Lungimea de undă, nm	*Transmisia minimă, %*
		350–400	100
		340	99,5
		330	98,5
		320	97
		310	94
		300	90
		290	82
		280	72
		270	28
		Infraroșu: spectrul în cuvă cu grosime de 0,1 cm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}.	
Etilic, alcool pentru spectrofotometrie în ultraviolet	C_2H_5OH: $M = 46,07$ grad alcoolmetric: 95°GL	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; (martor: apa)	
		Lungimea de undă, nm	*Transmisia minimă, %*
		280–350	100
		270	98
		260	95
		250	90
		240	85
		230	72
		220	55
		210	35
Heptan pentru spectrofotometrie în ultraviolet	C_7H_{16}: $M = 100,21$ d^{20} 0,68–0,69 distilă între 97,5 și 99,5°C; reziduu nevolatil la 100°C: max. 0,0020%	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm)	
		Lungimea de undă, nm	*Transmisia minimă, %*
		400	100
		255	100
		250	99
		240	97
		230	92
		220	80
		215	70
		210	50

Reactivul	Caracteristicile și condițiile	Caracteristicile de transmisie
Hexaclorbutadienă pentru spectrofotometrie în infraroșu	C_4Cl_6: $M = 260,79$ d^{20} 1,68	Infraroșu: spectrul în cuvă sub 0,1 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}
Hexan pentru spectrofotometrie în ultraviolet	C_6H_6: $M = 86,18$ d^{20} 0,655—0,675; distilă între 68 și 70°C; reziduu nevolatil la 100°C max. 0,0020%	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; martor: apa) *Lungimea de undă, nm* — *Transmisia minimă, %* 400 — 100 250 — 100 245 — 99 240 — 98 230 — 92 220 — 80 215 — 70 210 — 60
Izopropilic, alcool pentru spectrofotometrie în ultraviolet	$CH_3CHOHCH_3$: $M=60,10$ d^{20} 0,785—0,787; distilă între 82 și 83°C din care 90% în 0,5°C; reziduu evaporare 100°C; max. 0,0020%	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; (martor: apa) *Lungimea de undă, nm* — *Transmisia minimă, %* 300—400 — 100 290 — 99,5 270 — 99 260 — 98 250 — 95 240 — 85 230 — 75 220 — 55 210 — 25
Metilic, alcool pentru spectrofotometrie în ultraviolet	CH_3OH: $M = 32,04$	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; martor: apa) *Lungimea de undă, nm* — *Transmisia minimă, %* 270—350 — 100 260 — 98 250 — 95 240 — 90 230 — 75 220 — 50 210 — 20
Metilciclohexan	$CH_3CH(CH_2)_5$; $M = 98,19$ d^{20} 0,767—0,771;	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de 1 cm; martor: apa)

5.5 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile	Caracteristicile de transmisie	
	distilă între 100,3 și 101,8°C, reziduu nevolatil la 100°C, max. 0,0020%	*Lungimea de undă, nm*	*Transmisia minimă, %*
		400	100
		300	100
		270	97
		260	95
		250	90
		230	60
		220	35
		210	10
Piridină pentru spectrofotometrie	C_5H_5N: $M = 79,10$ d^{20} 0,981–0,983; distilă între 114,5 și 116,5°C din care 95% în 1°C	Ultraviolet (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; martor: apa)	
		Lungimea de undă, nm	*Transmisia minimă, %*
		400	100
		350	100
		340	98
		330	85
		320	65
		310	45
		Infraroșu: spectrul în cuvă sub 0,1 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}	
Potasiu, bromură pentru spectrofotometrie în infraroșu	KBr: $M = 119,01$		
Sulfură de carbon pentru spectrofotometrie în infraroșu	CS_2: $M = 76,14$		
Tetraclorură de carbon pentru spectrofotometrie	CCl_4: $M = 153,82$ d^{20} 1,592–1,595; distilă între 76 și 77°C; reacția (la albastru de bromtimol) neutră	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de 1 cm; martor: apa)	
		Lungimea de undă, nm	*Transmisia minimă, %*
		400	100
		300	100
		295	98
		290	95
		285	92
		280	85
		275	75
		270	50
		265	20
		Infraroșu: spectrul în cuvă sub 1 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}.	

5.5 (continuare)

Reactivul	Caracteristicile și condițiile	Caracteristicile de transmisie
2,2,4-Trimetil pentan pentru spectrofotometrie în ultraviolet	$(CH_3)_3CCH_2CH(CH_3)_2$: $M = 114,23$.	Ultraviolet: (transmisii măsurate în cuvă de cuarț de 1 cm; martor: apa) *Lungimea de undă, nm* — *Transmisia minimă, %* 265–350 — 100 260 — 99 250 — 96 240 — 92 230 — 85 220 — 73 210 — 45
Ulei de vaselină pentru spectrofotometrie în infraroșu	d^{20} 0,860–0,885	Infraroșu: spectrul în cuvă sub 0,1 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}
Vaselină pentru spectrofotometrie în infraroșu		Infraroșu: spectrul în cuvă sub 0,1 mm, nu prezintă vreo anomalie spectrală între 4000 și 400 cm^{-1}.

5.6. CORECȚII PENTRU TERMOMETRIE

5.6.1. Corecții pentru termometrele cu gaz

Tabelul conține corecțiile de reducere a temperaturii citite pe termometrul cu gaz (H_2, N_2, He) la presiune sau volum constant, la scara termodinamică (gaz perfect), pentru o presiune inițială de 100 cm Hg.

Temperatura °C	Corecții, °C					
	Volum constant			Presiune constantă		
	H_2	N_2	He	H_2	N_2	He
+1200		+1,0			+2,3	
1000		+0,7			+1,8	
800		+0,5			+1,3	
600		+0,3			+0,9	
500		+0,2			+0,7	
450		+0,17	+0,05		+0,6	+0,008
400		+0,14	+0,04		+0,5	+0,006
350		+0,10	+0,03		+0,4	+0,005
300		+0,07	+0,02	+0,04	+0,3	+0,003
250		+0,04	+0,01	+0,03	+0,2	+0,002
200	+0,02	+0,02	+0,006	+0,02	+0,12	+0,001

5.6.1 (continuare)

Temperatura °C	Corecții, °C					
	Volum constant			Presiune constantă		
	H_2	N_2	He	H_2	N_2	He
150	+0,01	+0,01	+0,002	+0,01	+0,05	+0,001
100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000
75	−0,001	−0,005	−0,001	−0,003	−0,02	0,000
50	−0,002	−0,010	−0,001	−0,004	−0,03	0,000
+ 25	−0,001	−0,008	−0,001	−0,003	−0,02	−0,001
0	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000
− 50	+0,005	+0,03	+0,002	+0,02	+0,12	+0,002
−100	+0,015	+0,06	+0,005	+0,04	+0,4	+0,005
−150	+0,03	+0,2	+0,01	+0,1	+1,3	+0,02
−200	+0,06	+0,5	+0,02	+0,3		+0,04
−250	+0,12		+0,04			

5.6.2. Corecții pentru termometrele cu lichid

Temperatura indicată de termometrele cu lichid în sticlă diferă de temperatura termodinamică (v. cap. 3) respectiv temperatura termometrului cu gaz perfect (v. 5.6.1).

Tabelul 5.6.2.1. conține diferențele observate pentru termometrele confecționate din sticlă dură, Jena 16^{III} (dungă roșie), Jena 59^{III} (dungă neagră) și Jena 1565^{III}, și umplute cu mercur, pentan, alcool și toluen.

Deoarece termometrele sînt etalonate prin introducerea totală în incinte cu temperaturile de referință (0° și 100°C) citirea obișnuită, corespunzătoare introducerii parțiale în mediu, este mai mică decît temperatura corectă cu o cantitate $\Delta = nk\ (t_2 - t_1)$ în care n este lungimea coloanei exterioare citită în grade, k este coeficientul aparent de dilatație al lichidului termometric în sticlă, t_1 este temperatura medie a mediului exterior, iar t_2 este temperatura măsurată. Calculul se face într-una sau două aproximații.

Tabelul 5.6.2.2 conține valorile coeficienților aparenți de dilatație k pentru lichide termometrice obișnuite în sticla Jena 16^{III} (Jena Normal glas), care nu diferă mult în cazul altor tipuri de sticlă.

Tabelul 5.6.2.3 permite o evaluare rapidă a corecției de citire a termometrelor Jena 16^{III} la măsurători obișnuite. Exemplu: în cazul cînd termometrul este introdus în lichid pînă la 30°C, temperatura măsurată este de 90°C într-un mediu cu temperatura medie de 40°C (indicată de un termometru auxiliar cu rezervorul pe scara termometrului de măsură), se obține pentru corecția de citire (de filament) la $n = 90 - 30 = 60$°C și pentru $t_2 - t_1 = 90 - 40 = 50$: $\Delta = 0{,}50$. Rezultă că valoarea corectată a temperaturii este de 90,5°C.

Poziția punctului zero se schimbă în timp chiar la cele mai bune termometre cu aproximativ 0,01—0,04°C/an și deci este necesară o verificare din timp în timp a acestui punct.

De asemenea, trebuie să se remarce că poziția punctului zero se schimbă după fiecare încălzire datorită inerției: revenirea la volumul inițial al rezervorului durează practic 12—24h. Pentru un termometru bun, scăderea punctului zero nu trebuie să depășească 0,01°C pentru fiecare încălzire de 10°C.

Tabelul 5.6.2.4 conține cîteva tipuri de termometre des întîlnite în laboratoarele de chimie cu caracteristicile lor: sticlă, marca, temperatura maximă de utilizare, precum și scăderea maximă a punctului zero, după o încălzire de 30 min la 100°C.

Măsurarea temperaturii cu termometrele de sticlă prezintă o inerție: ecuația de încălzire a unui termometru de la temperatura t_0 la temperatura t în timpul τ într-un mediu cu temperatura t_m corespunde la:

$$t - t_m = (t_0 - t_m)\, e^{-\frac{\tau}{\lambda}}$$

în care λ este o constantă a termometrului.

Rezultă că la timpul $\tau = \lambda$ de la introducerea în mediul de măsurare, temperatura măsurată diferă de temperatura t_m cu valoarea

$$\frac{1}{e}(t_0 - t_m) \approx 0{,}37(t_0 - t_m)$$

După intervalul $\tau = 2\lambda$ diferența scade la $(0{,}37)^2(t_0 - t_m)$ etc.

Valorile λ pentru un termometru obișnuit sînt de ordinul 2 s (pentru un mediu în agitare energică), dar pentru un termometru Beckmann $\lambda \approx 9$ s. În cazul cînd mediul de măsurat nu este amestecat, $\lambda \approx 10$ s. Ecuația permite calculul timpului necesar unei măsurători cu o anumită precizie. Considerînd temperatura inițială a termometrului $t_0 = 20°C$, introdus într-o baie de încălzire neagitată la 90°C, ecuația scrisă sub forma:

$$\ln \frac{t - t_m}{t - t_0} = -\frac{\tau}{\lambda}$$

permite calculul lui τ necesar pentru o exactitate de 2°C

$$\ln \frac{2}{90 - 20} = \frac{\tau}{10} \qquad \tau = 36 \text{ s}$$

și pentru o exactitate de 0,1°C

$$\ln \frac{0{,}1}{90 - 20} = \frac{\tau}{10} \qquad \tau = 65 \text{ s}$$

Rezultă în mod evident, necesitatea ca măsurarea temperaturii să se efectueze după echilibrul termic cu mediul și în condiții în care rezervorul să nu primească radiația termică direct.

În cazul termometrelor Beckmann, utilizate la măsurători de diferențe de temperaturi se întîlnesc aceleași surse de erori ca în cazul termometrelor normale discutate mai înainte. Intervalul de 1° pe un termometru Beckmann nu corespunde exact cu 1° pe scara termodinamică decît pentru anumite temperaturi: în cazul termometrelor de fabricație veche diferența de 1° era corectă la 5° (corespunzător temperaturii de cristalizare a benzenului în Criometrie v. vol. II) dar termometrele de fabricație mai nouă sînt etalonate la 20°C. Tabelul 5.6.2.5 conține factorii de corecție (echivalenți 1° pe scara termodinamică) pentru termometrele Beckmann obișnuite.

5.6.2.1. Corecții pentru termometrele cu lichid în sticlă

Temperatura citită, °C	Corecția, °C					
	Mercur			Pentan	Alcool în sticlă dură	Toluen în sticlă dură
	în Jena 16^{III}	în Jena 59^{III}	în Jena 1565^{III}	în Jena 16^{III}		
−190				−23,4		
−180				−21,0		
−170				−18,6		
−160				−16,2		
−150				−13,9		
−140				−11,6		
−130				− 9,4		

Temperatura citită, °C	Corecția, °C					
	Mercur			Pentan	Alcool în sticlă dură	Toluen în sticlă dură
	în Jena 16^{III}	în Jena 59^{III}	în Jena 1565^{III}	în Jena 16^{III}		
−120				−7,3		
−110				−5,3		
−100				−3,4		
−90				−1,7		
−80				−0,2		0,0
−78,5				0,0	0,0	0,0
−70				+1,0	+0,3	+0,4
−60				+2,0	+0,6	+0,8
−50				+2,6	+0,7	+1,1
−40				+3,0	+0,9	+1,2
−30	0,28	0,13		+2,9	+0,9	+1,2
−20	0,16	0,07		+2,4	+0,8	+1,0
−10	0,07	0,03		+1,5	+0,5	+0,6
0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
+10	−0,06	−0,02	−0,03	−2,0		
20	−0,09	−0,04	−0,05	−4,4		
30	−0,11	−0,04	−0,06	−7,6	−3,6	
40	−0,12	−0,03	−0,06			
50	−0,12	−0,03	−0,05			
60	−0,10	−0,02	−0,04			
70	−0,08	−0,01	−0,03			
80	−0,06	0,00	−0,02			
90	−0,03	+0,02	−0,01			
100	0,00	0,00	0,00			−24,4
120	+0,03	−0,05	+0,06			
140	+0,02	−0,16	+0,03			
160	−0,02	−0,31	−0,13			
180	−0,12	−0,52	−0,38			
200	−0,29	−0,84	−0,90			
220	−0,5	−1,3	−1,3			
240	−0,9	−1,9	−1,8			
260	−1,4	−2,6	−2,4			
280	−2,0	−3,4	−3,1			
300	−2,7	−4,4	−3,9			
320		−5,8	−4,8			
340		−7,2	−5,9			
360		−8,8	−7,3			
380		−10,6	−8,9			
400		−12,6	−10,5			
420		−14,9	−12,4			
440		−17,4	−14,7			
460		−20,2	−17,2			
480		−23,3	−20,0			
500		−26,9	−23,1			
550			−32,			
600			−44,			
650			−58,			

5.6.2.2. Coeficienţi aparenţi de dilataţie

Lichidul termometric	Coeficientul k
Mercur	0,000155
Alcool etilic	0,00104
Toluen	0,00103
Pentan	0,00145

5.6.2.3. Corecţia de citire a termometrelor de sticlă cu mercur (Jena 16^{III})

n	$t_2 - t_1$																			
	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°	190°	200°
10	0,00	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30
20	0,05	0,05	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,40	0,45	0,50	0,50	0,55	0,60	0,60	0,65
30	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,59
40	0,05	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,45	0,50	0,55	0,65	0,70	0,75	0,85	0,90	0,95	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3
50	0,10	0,15	0,25	0,30	0,40	0,50	0,55	0,65	0,70	0,80	0,90	0,95	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
60	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,65	0,75	0,85	0,95	1,1	1,2	1.2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
70	0,10	0,20	0,30	0,40	0,60	0,70	0,80	0,90	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
80	0,15	0,25	0,40	0,50	0,60	0,80	0,90	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6
90	0,15	0,30	0,45	0,60	0,70	0,85	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9
100	0,15	0,30	0,50	0,60	0,80	0,90	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1
110	0,20	0,30	0,50	0,70	0,90	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,4
120	0,20	0,40	0,60	0,70	0,90	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7
130	0,20	0,40	0,60	0,80	1,0	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
140	0,20	0,40	0,70	0,90	1,1	1,4	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,4	3,6	3,9	4,1	4,3
150	0,20	0,50	0,70	0,90	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,5	3,7	3,9	4,2	4,4	4,6
160	0,25	0,50	0,80	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,7	3,9	4,1	4,4	4,6	4,9
170	0,30	0,50	0,80	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	4,7	4,9	5,2
180	0,30	0,60	0,80	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4.4	4,7	5,0	5,2	5,5
190	0,30	0,60	0,90	1,2	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9
200	0,30	0,60	0,90	1,2	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,6	5,9	6,2
210	0,30	0,70	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,2	5,5	5,8	6,2	6,5
220	0,30	0,70	1,0	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7	5,1	5,4	5,8	6,1	6,4	6,8
230	0,35	0,70	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9	4,3	4,6	4,9	5,3	5,7	6,1	6,4	6,7	7,1
240	0,40	0,70	1,1	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,3	3,7	4,1	4,5	4,8	5,2	5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,4
250	0,40	0,80	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	4,0	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,6	7,0	7,3	7,7

5.6.2.4. Termometre obişnuite de sticlă

Sticla	Marca	Tipul termometrului	Scăderea punctului zero, °C	Temperatura maximă, °C
Jena Normalglas 16^{III}	Dungă roşie-violet	Cu scară	0,04	460
G.G.F. Glas Gustav Fischer (Ilmenau)	Dungă roşie şi albastră	Cu scară	0,04	460
R-Glas, Greiner and Friedrichs	Două dungi albastre	Cu scară	0,04	460
Jena Borosilikat glas 59^{III}	—	Baghetă	0,03	510
Jena Glas 2954^{III}	Dungă neagră	Baghetă	0,03	525
Jena Supremax glas 1565^{III}	Dungă verzuie	Baghetă	0,01	625
Wertheimer Thermometerglas	Două dungi portocalii			460
Cuarț				1100

5.6.2.5. Corecții pentru termometrele Beckmann (Jena Normalglas 16^{III})

Temperatura °C	Factorul	Temperatura °C	Factorul
0	0,9931	60	1,0105
10	0,9968	70	1,0125
20	1,0000	80	1,0143
30	1,0029	90	1,0161
40	1,0056	100	1,0177
50	1,0082		

5.7. CORECȚIILE PENTRU CITIREA PRESIUNILOR BAROMETRICE

Valoarea presiunii barometrice, exprimată de obicei în mm Hg se referă la 0°C, la accelerația standard a gravitației g_n (v. cap. 4) și cu corecția depresiunii datorită capilarității.

Tabelele care urmează permit stabilirea imediată a corecțiilor de citire a presiunii barometrice și deci calculul în condițiile standard.

Pentru transformarea în diferite unități v. cap. 3.

5.7.1. Corecția de temperatură pentru citirile la barometrul Fortin

Valoarea corectată a citirii coloanei barometrice este:

$$h_0 = h_t \left(1 - \frac{(\beta - \alpha)\, t}{1 + \beta t}\right)$$

în care:

h_t este înălțimea citită la temperatura de observație ($t°$);

$\beta = 0{,}0001818$ grd^{-1} — coeficientul de dilatație al mercurului;

$\alpha = 0{,}000018$ grd^{-1} — coeficientul de dilatație al alamei.

Pentru corecția de dilatație a mercurului la 20°C se scade 0,1... 0,2 mm Hg.

Tabelul conține corecția pentru aducerea la 0°C a citirilor la barometre Fortin cu scala de alamă; corecția din tabelă se scade din valoarea citită (v. 5.7.4).

5.7.2. Corecția pentru citirea presiunii la barometrul cu mercur la accelerația terestră standard

Tabelul conține valorile corecțiilor la citirea presiunii barometrice pentru variația accelerației terestre cu latitudinea și la nivelul mării, conform relației:

$$h_n = \frac{h_c g_c}{g_n},$$

în care h_n reprezintă înălțimea corectată la accelerația standard g_n (v. tabelul 4.1) iar h_c înălțimea citită la accelerația g_c la locul observației.

Corecția datorită scăderii accelerației g cu altitudinea (față de nivelul mării) corespunde la 0,031 mm Hg/100 mm Hg și 1 000 m.

Corecţia, pentru coloana de aer, necesară calculului presiunii atmosferice la o altă altitudine (H, în m) în raport cu locul de observaţie corespunde la:

$$\Delta h_a = -\frac{H\rho_a}{13{,}6} \cdot 10^3 \text{ mm Hg},$$

în care ρ_a este densitatea aerului uscat în condiţiile de observaţie (v. tabelul 5.1.2), iar H este măsurat în metri de la nivelul zero al suprafeţei mercurului din barometru. Ecuaţia se poate aplica cu o eroare de 1% mm Hg pînă la $H = 30$ m.

5.7.2

Latitudinea N sau S	Citirea, mm Hg				
	700	720	740	760	780
0°	−1,88	−1,93	−1,99	−2,04	−2,09
5	1,85	1,90	1,96	2,01	2,06
10	1,77	1,82	1,87	1,92	1,97
15	1,63	1,68	1,72	1,77	1,82
20	1,45	1,49	1,53	1,57	1,61
25	1,22	1,26	1,29	1,33	1,36
30	0,96	0,99	1,01	1,04	1,07
35	0,67	0,69	0,70	0,72	0,74
40	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40
45	−0,04	−0,04	−0,04	−0,04	−0,04
50	+0,28	+0,29	+0,30	+0,31	+0,32
55	0,60	0,61	0,63	0,65	0,66
60	0,89	0,91	0,94	0,96	0,99
70	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54
80	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90
90	+1,81	+1,87	+1,92	+1,97	+2,02

Temperatura °C	Citirea, mm Hg									
	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
2	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26
4	0,46	0,46	0,47	0,48	0,48	0,49	0,50	0,50	0,51	0,52
6	0,67	0,70	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77
8	0,91	0,93	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00	1,02	1,03
10	1,14	1,16	1,17	1,19	1,21	1,22	1,24	1,26	1,27	1,29
12	1,37	1,39	1,41	1,43	1,45	1,47	1,49	1,51	1,53	1,55
14	1,60	1,62	1,64	1,67	1,69	1,71	1,73	1,76	1,78	1,80
16	1,82	1,85	1,88	1,90	1,93	1,95	1,98	2,01	2,03	2,06
18	2,05	2,08	2,11	2,14	2,17	2,20	2,23	2,26	2,29	2,32
20	2,28	2,31	2,34	2,38	2,41	2,44	2,47	2,51	2,54	2,57
22	2,51	2,54	2,58	2,61	2,65	2,69	2,72	2,76	2,79	2,83
24	2,73	2,77	2,81	2,85	2,89	2,93	2,97	3,01	3,05	3,08
26	2,96	3,00	3,04	3,09	3,13	3,17	3,21	3,26	3,30	3,34
28	3,19	3,23	3,28	3,32	3,37	3,41	3,46	3,51	3,55	3,60
30	3,41	3,46	3,51	3,56	3,61	3,66	3,71	3,75	3,80	3,85
32	3,64	3,69	3,74	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11
34	3,87	3,92	3,98	4,03	4,09	4,14	4,20	4,25	4,31	4,36

5.7.3. Corecţia de capilaritate a coloanei de mercur

Corecţia de depresiune capilară (C) a coloanei de mercur depinde de diametrul, de tensiunea superficială şi de unghiul de contact θ al mercurului (v. vol. III).

Tensiunea superficială σ a mercurului este de 500 dyn · cm^{-1} pentru o sticlă foarte curată şi 400 dyn · cm^{-1} pentru cazul obişnuit, iar unghiul θ variază foarte mult. Din această cauză se poate determina C numai pentru anumite valori d ale diametrului coloanei şi a înălţimii h a meniscului mercurului, măsurate de la planul circumferinţei de contact. Tabelul 5.7.3 conţine aceste date permiţînd deci evaluarea corecţiei de capilaritate (mercur = 13,546 g.cm^{-3} la 20°C g_n = 980,665 cm · s^{-2}). Informativ, pentru d = 30 mm, C = 0,01 mm şi pentru d = = 40 mm, C = 0,0001 mm (v. 5.7.4).

Barometrele cu mercur comerciale sînt în general corectate pentru efectul capilarităţii.

Diametrul mm	Corecţia de capilaritate pentru									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\sigma = 400$ dyn/cm										
8	0,054	0,108	0,162	0,214	0,265	0,315	0,363	0,409	0,453	0,404
10	0,029	0,058	0,087	0,115	0,143	0,170	0,196	0,222	0,247	0,270
16	0,006	0,011	0,010	0,022	0,027	0,032	0,037	0,042	0,047	0,052
22	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,008	0,009	0,010	0,010
$\sigma = 450$ dyn/cm										
1	5,2	9,3	12,6							
2	1,32	2,56	3,65	4,54						
3	0,57	1,13	1,66	2,15	2,58	2,96	3,26	3,52		
4	0,31	0,62	0,92	1,21	1,47	1,72	1,94	2,13	2,30	2,44
5	0,19	0,38	0,57	0,75	0,92	1,00	1,24	1,38	1,50	1,62
6	0,13	0,25	0,38	0,50	0,62	0,73	0,84	0,94	1,03	1,12
7	0,09	0,18	0,26	0,35	0,43	0,51	0,59	0,66	0,73	0,79
8	0,063	0,126	0,189	0,250	0,310	0,368	0,424	0,478	0,530	0,579
9	0,046	0,093	0,138	0,183	0,228	0,271	0,313	0,353	0,392	0,429
10	0,035	0,069	0,103	0,137	0,170	0,202	0,234	0,264	0,294	0,322
11	0,026	0,052	0,078	0,104	0,128	0,153	0,177	0,200	0,223	0,245
12	0,020	0,040	0,059	0,079	0,098	0,117	0,135	0,153	0,170	0,187
13	0,015	0,030	0,045	0,060	0,075	0,089	0,104	0,117	0,131	0,144
14	0,012	0,023	0,035	0,046	0,058	0,069	0,080	0,090	0,101	0,111
15	0,000	0,018	0,027	0,036	0,045	0,053	0,062	0,070	0,078	0,086
16	0,007	0,014	0,021	0,028	0,035	0,041	0,048	0,054	0,060	0,067
17	0,006	0,011	0,016	0,022	0,027	0,032	0,037	0,042	0,047	0,052
18	0,004	0,008	0,013	0,017	0,021	0,025	0,029	0,033	0,036	0,040
19	0,003	0,006	0,010	0,013	0,016	0,019	0,022	0,026	0,028	0,031
20	0,003	0,005	0,008	0,010	0,013	0,015	0,017	0,020	0,022	0,024
21	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,014	0,015	0,017	0,019
22	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,009	0,011	0,012	0,013	0,015
$\sigma = 500$ dyn/cm										
8	0,072	0,143	0,215	0,286	0,354	0,421	0,485	0,547	0,607	0,663
10	0,040	0,080	0,120	0,159	0,197	0,235	0,272	0,308	0,342	0,375
16	0,009	0,017	0,026	0,034	0,043	0,051	0,059	0,067	0,075	0,082
22	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020

înălţimea meniscului, în mm

1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,533	0,569	0,603	0,633	0,660	0,684	0,705	0,723	0,737	0,749
0,292	0,314	0,333	0,352	0,369	0,384	0,398	0,410	0,421	0,430
0,056	0,060	0,065	0,068	0,072	0,076	0,079	0,082	0,084	0,086
0,011	0,012	0,013	0,014	0,014	0,015	0,016	0,016	0,017	0,018
2,56									
1,72	1,81	1,88	1,94						
1,20	1,27	1,33	1,38	1,43	1,47	1,50			
0,85	0,91	0,96	1,01	1,05	1,08	1,11	1,14	1,16	
0,625	0,668	0,708	0,744	0,777	0,807	0,833	0,855	0,874	0,890
0,464	0,498	0,529	0,557	0,584	0,608	0,630	0,649	0,665	0,679
0,349	0,375	0,399	0,422	0,443	0,462	0,480	0,495	0,509	0,522
0,265	0,285	0,304	0,322	0,338	0,354	0,368	0,380	0,392	0,402
0,203	0,218	0,233	0,247	0,260	0,272	0,283	0,293	0,303	0,311
0,150	0,168	0,180	0,190	0,200	0,210	0,219	0,227	0,234	0,241
0,120	0,130	0,139	0,147	0,155	0,163	0,170	0,176	0,182	0,187
0,093	0,101	0,108	0,114	0,120	0,126	0,132	0,137	0,141	0,146
0,072	0,078	0,083	0,089	0,093	0,098	0,102	0,106	0,110	0,113
0,056	0,061	0,065	0,069	0,073	0,076	0,080	0,083	0,086	0,088
0,044	0,047	0,050	0,054	0,057	0,059	0,062	0,064	0,067	0,069
0,034	0,037	0,039	0,042	0,044	0,046	0,048	0,050	0,052	0,054
0,026	0,029	0,030	0,032	0,034	0,036	0,037	0,039	0,040	0,042
0,020	0,022	0,024	0,025	0,027	0,028	0,029	0,030	0,031	0,032
0,016	0,017	0,018	0,020	0,021	0,022	0,023	0,024	0,024	0,025
0,716	0,766	0,813	0,855	0,894	0,929	0,961	0,989	1,013	1,031
0,407	0,436	0,464	0,491	0,517	0,542	0,563	0,582	0,600	0,615
0,090	0,097	0,104	0,110	0,116	0,122	0,128	0,133	0,138	0,142
0,021	0,023	0,025	0,026	0,028	0,029	0,031	0,032	0,033	0,034

5.7.4. Nomograme pentru corecţii de temperatură şi capilaritate la citirea barometrelor cu mercur

Figura 5.1 permite determinarea corecţiei de dilataţie la barometrele cu mercur cu scală de alamă (v. tabelul 5.7.1) şi cu scală de sticlă în modul următor: pentru înălţimea citită h_t la temperatura de măsurare *t* se stabileşte pe axul central corecţia *h*. De exemplu, pentru scala de alamă de 760 mm Hg citită la 29°C se obţine corecţia de 3,6 mm Hg, iar pentru scala de sticlă corecţia de 3,8 mm Hg.

Figura 5.2 permite stabilirea rapidă a corecţiei de capilaritate la citirea barometrelor cu mercur (aproximativ pentru o tensiune superficială de 450 dyn/cm) la 20°C (v. tabelul 5.7.3).

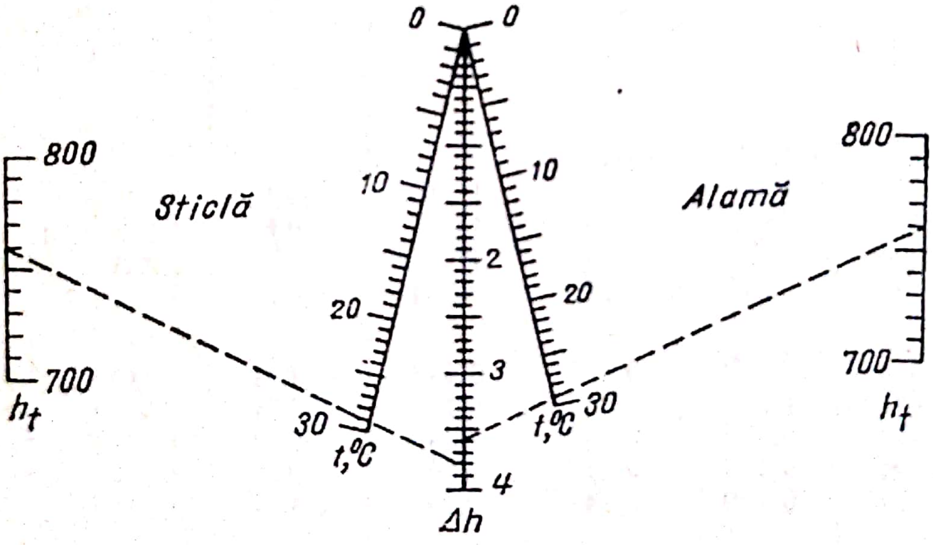


Fig. 5.1

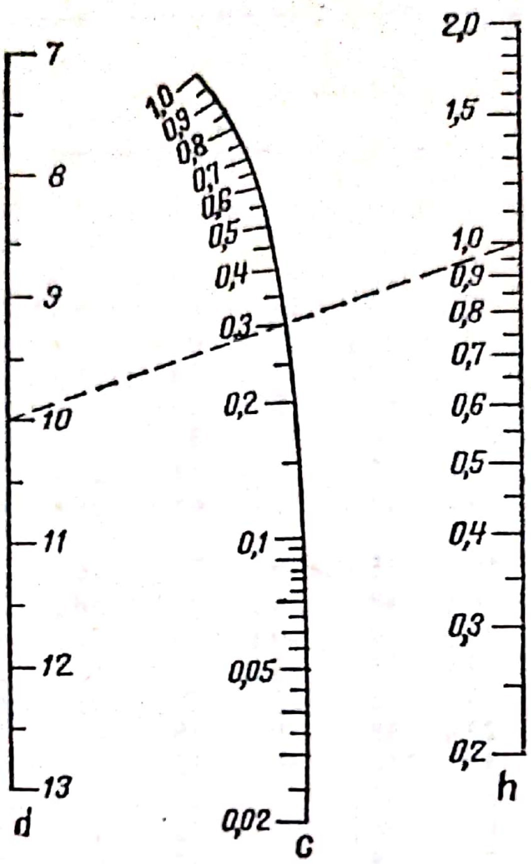


Fig. 5.2

La diametrul d = 10 mm şi o înălţime a meniscului de h = 1,0 mm se obţine corecţia c = 0,3 mm.

5.7.5. Calculul volumului de gaz în condiţii normale (0°C, 760 mm Hg)

Tabelul conţine factorii de calcul pentru reducerea unui volum de gaz, citit la temperatura t (°C) şi presiunea p (torr = mm Hg) la condiţiile normale (0°C, 760 mm Hg). Tabelul este calculat considerînd starea de gaz perfect (v. cap. 4 şi vol. III). În cazul în care citirea volumului de gaz se face deasupra apei se ţine seama de presiunea de vapori a apei, p H_2O, la temperatura respectivă.

Exemplu. Volumul măsurat deasupra apei este de 250 ml la presiunea atmosferică corectată (v. tabelele 5.7.1–5.7.4) p = 754 mm Hg şi la temperatura de 25°C. Se găseşte din tabel la t = 25, p_{H_2O} = 23,8 mm Hg, iar pentru t = 25°C şi la p = 754–23,8 = 730 mm Hg, factorul de calcul egal cu 0,8811 şi astfel volumul de gaz redus în condiţii normale este:

$$V(\text{citit}) \times \text{factorul} = 250 \times 0{,}8811 = 220{,}3 \text{ ml}$$

Presiunea p. torr	Factorul de reducere a volumului de gaz												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
680	0,8631	8600	8570	8540	8510	8481	8451	8422	8393	8364	8336	8307	8279
681	44	13	83	53	23	93	64	35	405	77	48	20	91
682	56	26	95	65	35	506	76	47	18	89	60	32	303
683	69	38	608	78	48	18	88	59	30	401	72	44	16
684	82	51	21	91	61	31	501	72	42	14	85	56	28
685	94	64	33	603	73	43	13	84	55	26	97	68	40
686	707	76	36	15	85	55	26	96	67	38	409	80	51
687	20	89	58	28	98	68	38	509	80	50	22	93	64
688	33	702	71	41	611	80	51	21	92	61	34	405	76
689	45	14	84	53	23	93	63	34	504	75	46	17	89
690	58	27	96	66	35	605	75	46	16	87	58	29	401
691	70	49	709	78	48	18	88	58	29	99	70	42	13
692	83	52	21	91	60	30	600	71	41	512	83	54	25
693	96	65	34	703	73	43	13	83	53	24	95	66	37
694	808	77	47	16	85	55	25	95	66	36	507	78	49
695	21	90	59	29	98	68	38	608	78	49	19	91	62
696	34	803	72	41	710	80	50	20	90	61	32	503	74
697	46	15	84	54	23	93	63	33	603	73	44	15	87
698	59	28	97	66	36	705	75	45	15	86	56	27	98
699	72	42	809	79	48	17	87	57	27	98	68	39	510
700	85	53	23	92	61	31	700	70	40	611	81	52	23
701	98	66	35	804	73	43	13	82	52	23	93	64	35
702	910	78	48	17	85	56	25	95	64	35	605	76	47
703	23	91	60	29	98	68	37	707	77	47	18	88	59
704	35	903	73	41	810	80	49	19	89	59	30	600	71
705	48	16	86	54	24	93	62	32	702	72	43	13	84
706	61	29	98	67	36	805	75	45	15	85	55	26	96
707	74	42	911	80	49	18	87	57	27	97	67	38	609
708	86	55	23	92	61	30	800	69	39	709	80	50	21
709	99	67	36	905	74	43	12	82	52	22	92	62	33
710	9012	80	49	17	86	55	25	94	64	34	704	74	45
711	25	93	61	30	99	68	37	807	76	46	16	87	57
712	37	9005	74	42	11	80	49	19	89	59	29	99	69
713	50	18	86	55	24	93	62	31	801	71	41	711	82
714	63	31	99	67	36	905	74	44	13	83	53	23	94
715	75	43	9012	80	49	18	87	56	26	95	65	36	706
716	88	56	24	93	61	30	99	69	38	808	78	48	18
717	101	69	37	9005	74	43	912	81	50	20	90	60	30
718	13	81	49	18	86	55	24	93	63	32	802	72	42
719	26	94	62	30	99	68	36	906	75	45	14	84	55
720	39	107	75	43	9011	80	49	18	87	57	27	97	67
721	51	19	87	55	24	92	61	30	900	69	39	809	79
722	64	32	100	68	36	9005	74	43	12	82	51	21	91
723	77	44	12	81	49	17	86	55	24	94	63	33	803
724	90	57	25	93	61	30	99	68	37	906	76	46	16

pentru temperatura *t*, în °C													Presiunea *p*, torr
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
8251	8223	8196	8168	8141	8114	8087	8060	8034	8007	7981	7955	7928	680
63	36	208	80	53	26	99	72	46	19	63	67	40	681
75	47	19	92	65	38	111	84	57	31	8004	78	51	682
87	60	32	204	77	50	23	96	69	43	16	90	63	683
300	72	44	16	89	62	35	108	81	55	28	8002	75	684
12	84	56	28	201	74	47	20	93	66	39	13	86	685
24	96	68	40	13	85	58	31	105	78	51	25	98	686
36	308	80	52	25	98	70	43	17	90	63	37	8010	687
48	20	92	64	39	209	82	55	28	102	75	49	22	688
60	31	304	76	49	21	94	67	40	13	87	60	33	689
72	44	16	88	61	38	206	79	52	25	98	72	45	690
84	56	28	300	73	45	18	91	64	37	110	84	57	691
97	68	40	12	85	57	30	202	75	49	22	95	68	692
409	81	52	24	97	69	42	14	87	60	34	107	80	693
21	92	64	36	308	81	53	26	99	72	45	19	92	694
33	405	76	48	21	93	65	38	211	84	57	30	103	695
45	17	88	60	32	305	77	50	23	96	69	42	15	696
57	29	401	72	45	17	89	62	35	208	81	54	27	697
69	41	13	84	56	29	301	74	46	19	92	65	38	698
81	53	25	96	68	40	13	85	58	31	204	77	50	699
94	65	37	409	80	52	25	98	70	43	16	89	62	700
506	77	49	21	92	64	37	309	81	54	27	200	74	701
18	89	61	33	404	76	49	21	93	66	39	12	85	702
30	501	73	44	16	88	61	33	305	78	51	24	97	703
42	13	85	56	28	400	73	45	17	90	62	36	209	704
55	26	98	69	41	13	85	57	29	301	74	47	20	705
67	38	510	81	53	24	97	69	41	13	86	59	32	706
79	51	22	93	65	37	409	81	52	25	98	71	44	707
92	63	34	505	77	49	21	93	64	37	309	82	55	708
604	75	46	17	89	61	33	405	76	48	21	94	67	709
16	87	58	29	501	73	45	17	88	60	33	306	79	710
28	99	70	41	13	85	56	29	400	72	45	17	90	711
40	611	82	53	25	97	68	40	11	84	56	29	302	712
72	23	94	65	37	508	80	52	23	96	68	41	14	713
64	35	606	77	49	20	92	64	35	407	80	53	25	714
77	47	18	89	61	32	504	76	48	20	93	65	38	715
89	59	30	601	73	44	16	88	60	32	405	77	50	716
701	71	42	13	85	56	28	500	72	44	16	89	62	717
13	84	54	25	97	68	40	12	84	56	28	401	73	718
25	96	66	37	609	80	52	23	95	67	40	12	85	719
37	708	79	49	21	92	64	35	507	79	52	24	97	720
49	20	91	61	33	604	75	47	19	91	63	36	408	721
61	32	703	74	45	16	87	59	31	503	75	47	20	722
74	44	15	86	57	28	99	71	43	15	87	59	32	723
86	56	27	98	69	40	611	83	54	26	98	71	43	724

Presiunea *p*, torr	Factorul de reducere a volumului de gaz												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
725	202	70	38	106	74	42	9011	80	49	18	88	58	28
726	15	82	50	18	86	55	23	92	61	31	900	70	40
727	28	95	63	31	99	67	36	9005	74	43	13	82	52
728	0,9240	9208	9175	9143	9111	9080	9048	9017	8986	8955	8925	8894	8864
729	53	20	88	56	24	92	61	30	98	68	37	907	76
730	66	33	201	68	36	105	73	42	9011	80	49	19	89
731	78	46	13	81	49	17	86	54	23	92	62	31	901
732	91	58	26	94	62	30	98	67	36	9005	74	43	13
733	304	71	38	206	74	42	110	79	48	17	86	55	25
734	16	84	51	19	87	55	23	91	60	29	98	68	37
735	29	96	64	31	99	67	35	104	73	41	9011	80	49
736	42	309	76	44	212	80	48	16	85	54	23	92	62
737	55	22	89	56	24	92	60	29	97	66	35	9004	74
738	67	34	301	69	37	205	73	41	110	78	47	17	86
739	80	47	14	81	49	17	85	53	22	91	60	29	98
740	93	60	27	94	62	29	97	65	34	103	72	41	9010
741	405	72	39	307	74	42	210	78	47	15	84	53	23
742	18	85	52	19	37	54	22	91	59	28	96	65	35
743	31	97	64	32	99	67	35	203	71	40	109	78	47
744	43	410	77	44	312	79	47	15	84	52	21	90	59
745	56	23	90	57	24	92	60	28	96	64	33	102	71
746	69	35	402	69	37	304	72	40	208	77	45	14	83
747	81	48	15	82	49	17	85	52	21	89	58	27	96
748	94	61	27	95	62	29	97	65	33	201	70	39	108
749	507	73	40	407	74	42	309	77	45	14	82	51	20
750	20	86	53	20	87	54	22	90	58	26	94	63	32
751	32	99	65	32	99	67	34	302	70	38	207	75	44
752	45	511	78	45	412	79	47	14	82	51	19	88	56
753	58	24	91	57	24	92	59	27	95	63	31	200	68
754	70	37	503	70	37	404	72	39	307	75	44	12	81
755	83	49	16	82	49	17	84	52	19	87	56	24	93
756	96	62	28	95	62	29	96	64	32	300	68	36	205
757	608	75	41	508	74	41	409	76	44	13	80	49	17
758	21	87	54	20	87	54	21	89	56	24	93	61	30
759	34	600	66	33	99	66	34	401	69	37	305	73	42
760	46	12	79	45	12	79	46	13	81	49	17	85	54
761	59	25	91	58	24	91	59	26	93	61	29	98	66
762	72	38	604	70	37	504	71	38	406	74	42	310	78
763	85	50	17	83	49	16	83	51	18	86	54	22	90
764	97	63	29	95	62	29	96	63	31	98	66	34	303
765	710	76	42	608	75	41	508	75	43	410	78	46	15
766	23	88	54	21	87	54	21	88	55	23	91	59	27
767	35	701	67	33	600	66	33	500	68	35	403	71	39

5.7.5 (continuare)

pentru temperatura t, in °C													Presiunea p, torr
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
98	68	39	710	80	52	23	95	66	38	510	82	55	725
810	80	51	22	92	64	35	606	78	50	22	94	67	726
22	92	63	34	704	76	47	18	90	62	34	506	78	727
8834	8805	8775	8746	8716	8687	8659	8630	8602	8573	8545	8518	8490	728
46	17	87	58	28	99	71	42	13	85	57	29	502	729
59	29	99	70	40	711	82	54	25	97	69	41	13	730
71	41	811	82	52	23	94	66	37	609	81	53	25	731
83	53	23	94	64	35	706	77	49	21	92	64	37	732
95	65	35	806	76	47	18	89	61	32	604	76	48	733
907	77	47	18	88	59	30	701	73	41	16	88	60	734
19	89	59	30	800	71	42	13	84	56	28	99	72	735
31	901	71	42	12	83	54	25	96	68	39	611	83	736
43	13	83	54	24	95	66	37	708	79	51	23	95	737
56	25	95	66	36	807	78	49	20	91	63	35	607	738
68	38	908	78	48	19	89	60	32	703	75	46	18	739
80	50	20	90	60	31	801	72	43	15	86	58	30	740
92	62	32	902	72	43	13	84	55	27	98	70	42	741
9004	74	44	14	84	55	25	96	67	38	710	81	53	742
16	86	56	26	96	66	37	808	79	50	21	93	65	743
28	98	68	38	908	78	49	20	91	62	33	705	76	744
41	9010	80	50	20	90	61	32	803	74	45	16	88	745
53	22	92	62	32	902	73	43	14	85	57	28	700	746
65	34	9004	74	44	14	85	55	26	97	68	40	11	747
77	46	16	86	36	26	97	67	38	809	80	52	23	748
89	58	28	98	68	38	908	79	50	21	92	63	35	749
101	71	40	9010	80	50	20	91	62	33	804	75	46	750
13	83	52	22	92	62	32	903	73	44	15	87	58	751
26	95	64	34	9004	74	44	15	85	56	27	98	70	752
38	107	76	46	16	86	56	26	97	68	39	810	81	753
50	19	88	58	28	98	68	38	909	80	51	22	93	754
62	31	100	70	40	9010	80	50	21	91	62	33	805	755
74	43	12	82	52	22	92	62	33	903	74	45	16	756
86	55	24	94	64	34	9004	74	44	15	86	57	28	757
98	67	37	106	76	45	15	86	56	27	98	69	40	758
210	79	49	18	88	57	27	98	68	39	909	80	51	759
23	92	61	30	100	69	39	9009	80	50	21	92	63	760
35	204	73	42	12	81	51	21	92	62	33	904	75	761
47	16	85	54	23	93	63	33	9003	74	45	15	86	762
59	28	97	66	35	105	75	45	15	86	56	27	98	763
71	40	209	78	47	17	87	57	27	97	68	39	910	764
83	52	21	90	59	29	99	69	39	9009	80	50	21	765
95	64	33	202	71	41	111	81	51	21	91	62	33	766
308	76	45	14	83	53	23	92	62	33	9003	74	45	767

Presiunea p torr	Factorul de reducere a volumului de gaz												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
768	48	14	80	46	12	79	46	13	80	47	15	83	51
769	61	26	92	58	25	91	58	25	92	60	27	95	63
770	73	39	705	71	37	604	70	37	505	72	40	408	76
771	86	52	17	83	50	16	83	50	17	84	52	20	88
772	99	64	30	96	62	29	95	62	29	97	64	32	400
773	811	77	43	708	75	41	608	75	42	509	76	44	12
774	24	90	55	21	87	54	20	87	54	21	89	56	24
775	37	802	68	34	700	66	33	99	66	34	501	69	37
776	50	15	80	46	12	78	45	612	78	46	13	81	49
777	62	27	93	59	25	91	57	24	91	58	25	93	61
778	75	40	806	71	37	703	70	36	603	70	38	505	73
779	88	53	18	84	50	16	82	49	16	83	50	17	85
780	900	65	31	96	62	28	95	61	28	95	62	30	97

Presiunea de va

t, °C	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
p_{H_2O}, torr	9,2	9,8	10,5	11,2	12,0	12,8	13,6	14,5	15,5	16,5	17,5	18,6	20,0

5.8. CORECȚII PENTRU CÎNTĂRIRI EXACTE ÎN AER

Prin cîntărirea unui corp în aer se determină masa sa aparentă, G_a, care diferă de masa sa reală G, în vid, din cauza forței ascensionale exercitate de aer asupra corpului. În cazul că determinarea masei se face cu balanța, aerul exercită un efect ascensional asemănător și asupra greutăților folosite pentru echilibrul balanței. G_a se deosebește deci de G prin diferența dintre efectul ascensional exercitat de aer asupra corpului și asupra greutăților. Conform principiului lui Arhimede:

$$G = G_a + v\rho_a - v_g\rho_a \tag{1}$$

în care ρ_a este densitatea aerului la locul și în momentul cîntăririi; v este volumul corpului cîntărit, iar v_g este volumul greutăților folosite pentru cîntărire. Temperatura, și deci, și densitatea aerului se presupun constante în tot timpul cîntăririi.

Din ecuația (1) se vede că atunci cînd volumul greutăților este mai mic decît al corpului (densitatea greutăților este mai mare decît a corpului), masa aparentă, G_a, este mai mică decît masa G (redusă la vid) și invers.

Cunoscîndu-se că volumul unui corp este egal cu raportul dintre masa și densitatea sa, ecuația (1) se poate scrie și sub forma:

$$G = G_a + \frac{G_a}{\rho}\rho_a - \frac{G_a}{\rho_g}\rho_a \tag{2}$$

în care ρ este densitatea corpului cîntărit, iar ρ_g este densitatea greutăților folosite la cîntărire.

pentru temperatura t, în °C													Presiunea p, torr
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
20	88	57	26	95	65	34	104	74	45	15	86	56	768
32	300	69	38	207	77	46	16	86	56	27	97	68	769
44	12	81	50	19	89	58	28	98	68	38	9009	80	770
56	25	93	62	31	201	70	40	110	80	50	21	91	771
68	37	305	74	43	13	82	52	22	92	62	32	9003	772
80	49	17	86	55	24	94	64	33	103	74	44	15	773
92	61	29	98	67	36	206	75	45	15	85	56	26	774
405	73	41	310	79	48	18	87	57	27	97	67	38	775
17	85	54	22	91	60	30	99	69	39	109	79	50	776
29	97	66	34	303	72	42	211	81	51	21	91	61	777
41	409	78	46	15	84	53	23	92	62	32	103	73	778
53	21	90	58	27	96	65	35	204	74	44	14	85	779
65	33	402	70	39	308	77	47	16	86	56	26	96	780

pori a apei

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	t, °C
21,1	22,4	23,8	25,2	26,7	28,3	30,0	31,8	33,7	35,7	37,7	39,9	42,2	p_{H_2O}, torr

Masele atomice convenţionale (v. cap. 6) folosite în mod curent, au fost determinate pe baza unor cîntăriri corectate pentru vid (şi sînt deci în realitate, mase atomice). Atunci cînd, într-o lucrare analitică, se urmăreşte o precizie mai mare, este necesar să se ia în consideraţie eroarea ce se comite neţinîndu-se seama de „reducerea greutăţii la vid". Pentru analizele gravimetrice obişnuite, diferenţele dintre greutăţile necorectate şi cele reduse la vid sînt, de obicei, fără importanţă, fie că ele cad în limita erorilor experimentale, fie că se compensează datorită faptului că densităţile substanţelor cîntărite (de exemplu a substanţei iniţiale şi a precipitatului) nu diferă decît puţin între ele. Dimpotrivă, în analizele volumetrice, erorile ce se pot ivi prin neluarea în considerare a reducerii la vid a greutăţilor substanţelor etalon pot ajunge la valori semnificative.

Pentru evitarea calculelor sînt redate, în tabelul 5.10.2 greutăţile echivalente a cîtorva etaloane primare folosite în volumetrie, exprimate în greutăţi aparente, putînd fi folosite fără nici o corecţie la obţinerea soluţiilor volumetrice.

În cele ce urmează se discută o metodă de calcul simplificată, pe baza căreia, folosind ecuaţia (2) şi tabelul 5.8 se pot calcula corecţiile ce trebuie făcute greutăţilor aparente, pentru cazuri cînd precizia urmărită nu depăşeşte 0,1% din greutatea obiectului cîntărit. Se dau unele exemple pentru a ilustra necesitatea practică a folosirii reducerii la vid, în unele analize de tip curent. Pentru lucrări de exactitate mai mare, cum ar fi determinări ale maselor atomice, lucrări ce depăşesc cadrul prezentului manual, este necesar să se aplice exact formulele (1) sau (2). Amănunte în această privinţă se mai pot găsi în observaţiile tabelelor 5.9 şi 5.10.1—5.10.2.

Privitor la deducerea termenilor de corecţie, Δ, din tabelul 5.8 şi la limitele lor de exactitate, sînt de remarcat următoarele:

Masa unui centimetru cub de aer uscat, la 0° și 760 mm Hg, este de 0,001293 g (v. tabelul 5.12). La temperatura camerei, densitatea aerului este mai mică și ea scade încă cu altitudinea și datorită umezelii întotdeauna prezente. La deducerea tabelei s-a considerat, pe bază de determinări experimentale, densitatea medie a aerului $\rho = 0,00120$ g/cm³. În realitate, ρ variază între 0,00115 și 0,00125 g/cm³. Greutățile calculate pe baza densității medii admise, rămîn în limitele indicate (precizie 0,1%), atunci cînd densitatea aerului nu are valori mult diferite de cele de mai sus (v. tabelul 5.12).

Se admite apoi că toate cîntăririle se fac cu greutăți de alamă (platinate, aurite sau cromate) avînd densitatea $\rho_g = 8,4$ g/cm³, cum este de obicei cazul pentru greutățile analitice.

Ecuația (2) devine deci:

$$G = G_a\left(1 + \frac{0,0012}{\rho} - \frac{0,0012}{8,4}\right). \qquad (3)$$

Dacă se notează diferența:

$$\frac{0,0012}{\rho} - 0,00014 = \Delta,$$

se ajunge la ecuația $G = G_a(1 + \Delta)$ pe baza căreia a fost întocmit tabelul 5.8.

Exemplul 1. Să se cîntărească, în aer, G_a grame de NaCl, corespunzînd exact cu $G = 0,1$ echivalenți = 5,8443 g NaCl (reduse la vid). Densitatea clorurii de sodiu este $\rho = 2,17$ g/cm³.

Pentru aflarea corecției Δ, se interpolează liniar între $\rho = 2,00$ și 2,25:

$$\Delta \cdot 10^3 = 0,46 - (0,46 - 0,39)\,\frac{17}{25} = 0,46 - 0,05 = 0,41.$$

$$G_a = \frac{5,8443}{1 + 0,00041} = 5,8419 \text{ g}.$$

Exemplul 2. Pentru determinarea carbonului prin combustie (metoda semimicro), se presupune că vasul pentru absorbția bioxidului de carbon are o greutate aproximativă $G_a = 44$ g și deplasează $v = 20$ cm³ aer. Greutățile de alamă, de 44 g, deplasează numai circa 5 cm³ aer. Diferența de 15 cm³ reprezintă la temperatura de 20°C, o forță ascensională de 17 mg. Eroarea datorită acestei scăderi aparente de greutate se compensează dacă vasul de absorbție se cîntărește, înainte și după absorbție, la aceeași temperatură. Dacă însă, între cele două cântăriri, temperatura aerului s-a urcat de la 20 la 23°C, densitatea sa se micșorează cu 1% și vasul de absorbție are o greutate aparentă mai mare cu 0,17 mg. Admițînd că s-au absorbit în vas 34,000 mg CO_2, eroarea este de 0,2% și ea influențează deci semnificativ rezultatul analizei. Această eroare se poate elimina prin calcul, în modul indicat mai sus. O altă metodă, mult utilizată, este aceea de a folosi, în locul greutăților de alamă, o tară și anume un vas de sticlă de aceeași formă și volum cu vasul de absorbție și umplut cu material nehigroscopic, avînd aceeași densitate cu absorbantul folosit (de exemplu $KClO_4$, cu densitatea 2,2, în caz că se utilizează în vasul de absorbție, natronazbest). Vasul servind drept tară trebuie firește să comunice cu atmosfera, pentru a permite aerului închis să se dilate și să se contracte. Greutatea tarei se alege astfel, încît diferența de greutate față de vasul de absorbție să fie compensată cu puține greutăți mici, cel mai bine numai cu călărețul. Prin acest procedeu se elimină nu numai erorile datorite variației forței ascensionale a aerului, dar și cele produse de așa-numitul „film de apă", ce se depune, în acest caz, în mod egal, pe vasul cîntărit și pe tară.

Densitatea substanței g/cm³	Corecția $\Delta \cdot 10^3$ g/g	Densitatea substanței g/cm³	Corecția $\Delta \cdot 10^3$ g/g
+0,5	+2,26	2,75	0,29
0,70	1,57	3,00	0,26
0,75	1,46	3,50	0,20
0,80	1,36	4,00	0,16
0,85	1,27	4,50	0,12
0,90	1,19	5,00	0,10
0,95	1,12	5,50	0,08
1,00	1,06	6,00	0,06
1,25	0,82	7,00	0,03
1,50	0,66	8,40	0
1,75	0,54	10,00	−0,02
2,00	0,46	15,00	−0,06
2,25	0,39	20,00	−0,08
2,50	0,34	22,00	−0,09

Observație: Δ reprezintă corecția ce trebuie adusă masei aparente, determinate în aer și exprimate în grame, G_a, a unui corp cu densitatea ρ pentru a afla valoarea corectă G, în vid:

$$G = G_a + G_a\Delta$$

sau invers:

$$G_a = \frac{G}{1 + \Delta}.$$

Tabelul este valabil pentru cîntăriri, cu greutăți de alamă sau nichel-crom, cu densitatea $\rho_g = 8{,}4$ g/cm³.

5.9. ETALONAREA CAPACITĂȚII VASELOR DE LABORATOR

Tabelele servesc pentru a ușura calculul la determinarea volumului vaselor de sticlă (baloane cotate, pipete, biurete, picnometre) prin cîntărirea lor, pline cu apă sau cu mercur.

Unitatea de măsură pentru volum este litrul, l, adică volumul ocupat de 1 kg de apă pură, la 4°C, cîntărit în vid (v. definiția exactă, cap. 3 și 4 și tot aici v. relația dintre litru și decimetru cub). În cele ce urmează se va considera 1 l = 1000 cm³.

1. **Deducerea valorilor din tabelele 5.9.1 și 5.9.2.** Litrul este unitatea de capacitate obișnuită. În lucrările de chimie și de fizică se folosesc, de obicei, vase de sticlă, al căror volum variază cu temperatura. Un vas de sticlă care conține, la 4°C, exact 1 kg de apă, are un volum exact de un litru. Din motive practice, vasele nu se etalonează pentru temperatura de 4°C, ci pentru temperaturi obișnuite, de obicei 20°C, uneori 15, 17,5, 25 și chiar 28°C (pentru clima tropicală). Se pun următoarele întrebări:

— Ce masă trebuie să aibă apa cîntărită în vas la altă temperatură decît aceea care stă la baza definiției litrului (4°C) și chiar la altă temperatură decît aceea la care urmează să fie folosit vasul cotat?

— Ce corecții trebuie aduse acestei mase măsurate, deoarece nu se face cîntărirea în vid, ci în aer?

— Cum se ține seama de faptul că volumul vasului crește cu temperatura, din cauza dilatației termice a sticlei?

Potrivit definiţiei, între volumul, masa şi densitatea unui corp, există următoarea relaţie:

$$m = v \cdot \rho. \tag{1}$$

Dacă se consideră masa egală numeric cu greutatea adevărată, redusă la vid, G (v. tabelul 5.8), atunci greutatea adevărată, G, a unui litru de apă la temperatura t°C va fi, conform ecuaţiei (1):

$$G = 1\,(d_4^t) \tag{2}$$

în care d_4^t este densitatea apei la t°C (pentru definiţia exactă v. vol. III).

Valorile numerice pentru d_4^t ale apei se găsesc în tabel.

Greutatea aparentă, în aer, G_a, corespunzînd unei mase adevărate a apei, G, rezultă din următoarea ecuaţie (v. 5.8):

$$G = G_a + G_a\left(\frac{\rho_a}{d_4^t} - \frac{\rho_a}{\rho_g}\right) \tag{3}$$

în care ρ_a este densitatea aerului la temperatura t, iar ρ_g este densitatea greutăţilor folosite.

Pentru aplicarea formulei de mai sus se pot face următoarele simplificări. Se consideră (la fel ca în cazul tabelului 5.8.) $\rho_a = 0{,}0012$. Din cauza valorii foarte mici a termenului respectiv, se consideră $d_4^t = 1{,}00$ indiferent de temperatură. Se consideră $\rho_g = 8{,}4$ (ceea ce este valabil în cazul cîntăririi cu greutăţi de alamă). Ecuaţia (3) devine astfel:

$$G = G_a + G_a\, 0{,}00106, \tag{4}$$

sau

$$G_a = \frac{G}{1 + 0{,}00106}\,. \tag{5}$$

În tabelul 5.9.1. sînt redate valorile G_a, deduse ca mai sus, pentru temperaturi cuprinse între 0 şi 35°C. Cu alte cuvinte, cantităţile de apă, G_t, în grame (cîntărite în aer cu greutăţi de alamă) au, la temperaturile t, indicate în dreptul lor în tabel, volumul exact de 1 l.

În mod similar se deduce o ecuaţie pentru cazul că se utilizează, în loc de apă, mercur ($d_4^t = 13{,}5$). Numitorul acestei ecuaţii are valoarea $1 - 0{,}0005$. Pe baza acestei ecuaţii a fost întocmit tabelul 5.9.2.

Densitatea aerului, 0,00120, folosită în deducţiile de mai sus, care au dus la întocmirea tabelelor 5.9.1. şi 5.9.2. este riguros valabilă pentru aer uscat, la presiunea atmosferică de 760 mm Hg şi la temperatura de 21°C. Pentru condiţii mult deosebite de acestea se vor face unele corecţii. Se scade, din valorile din tabelul 5.9.1., o unitate la zecimala a doua atunci cînd presiunea scade cu 7 mm Hg sau, se adună o unitate la zecimala a doua cînd temperatura creşte cu 3°C sau cînd aerul conţine vapori de apă de o presiune parţială de 19 mm Hg. (Pentru metoda determinării riguroase a acestor corecţii, v. 5.8.).

În cazul datelor din tabelul 5.9.2. (vase cîntărite cu mercur) variaţiile de greutate, datorite variaţiilor de presiune şi de umezeală, sînt atît de mici încît ele pot fi neglijate.

Din cauza dilataţiei termice a sticlei, volumul unui vas de sticlă se măreşte cu circa 1/40 000 din valoarea sa, pentru fiecare grad de ridicare a temperaturii. Prin urmare, dacă este cunoscut volumul v_t al unui vas la temperatura t°C, volumul aceluiaşi vas v_t', la temperatura t'°C, rezultă din ecuaţia:

$$v_t' = v_t\left(1 + \frac{t' - t}{40\,000}\right). \tag{6}$$

2. Utilizarea tabelelor 5.9.1. şi 5.9.2. Prin folosirea tabelelor devin inutile calculele indicate mai înainte. Dacă este cunoscut volumul v_t', sau dacă acest volum se alfă prin calcul cu ajutorul ecuației (6), atunci cantitatea de apă G_a, în grame (cîntărită în aer cu greutăți de alamă, la temperatura t) se află din expresia:

$$G_a = v_t' G_t. \tag{7}$$

Exemplul 1. Să se calculeze cantitatea de apă, G_a, de 15°C (cîntărită în aer, cu greutăți de alamă) ce trebuie introdusă într-un balon de sticlă, astfel încît volumul ocupat de acesta, la 20°C, să fie exact 250,00 cm³.

Se aplică ecuația (6):

$$v_{15} = v_{20}\left(1 + \frac{15 - 20}{40\,000}\right) = 249{,}95 \text{ cm}^3.$$

Se folosește tabelul:

$$\begin{array}{lr} \lg G_t \text{ la } 15{,}0°\text{C} = & 999\,1601 \\ \lg 249{,}95 \quad = & \underline{397\,8531} \\ & 397\,0132 \end{array}$$

$$G_a = 249{,}467 \text{ g}.$$

Exemplul 2. Să se calculeze volumul, la 15,0°C al unui picnometru care, umplut pînă la semn, conține 67,3465 g apă de 18,1°C.

Se încearcă întîi calculul corecțiilor menționate mai înainte. În momentul cîntăririi, temperatura aerului era 20°C; presiunea atmosferică 758 mm Hg, iar presiunea vaporilor de apă din aer 7 mm Hg. Corecțiile vor fi: pentru presiune + 0,03; pentru temperatură — 0,3; pentru umezeală + 0,4 (toate în unități corespunzînd zecimalei a doua a valorii G_t din tabelul 5.9.1). Corecția totală este, deci, după rotunjirea cifrei, mai mică decît o unitate la zecimala a doua și prin urmare ea poate fi neglijată.

Conform ecuației (7):

$$v_{18,1} = \frac{(1000)\,(67{,}3465)}{997{,}54} = 67{,}513 \text{ cm}^3.$$

Aplicînd formula (6):

$$v_{15} = 67{,}513\left(1 + \frac{15 - 18{,}1}{40\,000}\right) = 67{,}508 \text{ cm}^3.$$

3. Utilizarea tabelului 5.9.3. Tabelul acesta servește în special la verificarea vaselor cotate pentru temperatura de 20°C (de exemplu baloane cotate, pipete etc. procurate din comerț, cu volumul și temperatura de cotare marcate pe ele). Tabelul indică greutatea, G_{20}, în grame, pe care o are apa cu temperatura t, introdusă în vas pînă la semn, în cazul că vasul a fost exact cotat la temperatura de 20°C, pentru un volum de 1 l, cîntăririle făcîndu-se în aer cu greutăți de alamă. Pornindu-se de la rezultatul unei cîntăriri a vasului cu apă la o temperatură t, oarecare, se află prin diferență, eroarea de cotare a vasului. În cazul vaselor cotate „la scurgere", cum sînt pipetele, se cîntărește, într-un vas separat, apa scursă din aceste vase.

Exemplul 3. Un balon cotat, purtînd marca „250 cm³ la 20°C", trebuie să conțină, atunci cînd este umplut pînă la semn, cu apă de 21,2°C:

$$G_a = \frac{(996{,}95)\,(250)}{1000} = 249{,}237 \text{ g}.$$

5.9.1. Cotarea vaselor prin cîntărire cu apă

Tabelul conține cantitățile de apă, G_t, în grame (cîntărite în aer cu greutăți de alamă), care au la temperaturile t, arătate în dreptul lor, volumul exact de 1 l.

t	G_t	lg G_t	t	G_t	lg G_t
0	998,81	999 4833	19,2	997,33	998 8402
1	998,87	999 5090	19,4	997,29	998 8228
2	998,91	999 5268	19,6	997,25	998 8053
3	998,94	999 5373	19,8	997,21	998 7875
4	998,94	999 5407	20,0	997,17	998 7696
5	998,94	999 5373	20,2	997,13	998 7518
6	998,91	999 5268	20,4	997,09	998 7335
7	998,87	999 5099	20,6	997,05	998 7152
8	998,82	999 4868	20,8	997,00	998 6965
9	998,75	999 4572	21,0	996,96	998 6777
10	998,67	999 4220	21,2	996,92	998 6586
11	998,58	999 3807	21,4	999,87	998 6394
12	998,47	999 3341	21,6	996,83	998 6202
13	998,35	999 2811	21,8	996,78	998 6006
14	998,21	999 2232	22,0	996,74	998 5810
14,2	998,19	999 2111	22,2	996,69	998 5610
14,4	998,16	999 1989	22,4	996,65	998 5392
14,6	998,13	999 1862	22,6	996,60	998 5205
14,8	998,10	999 1732	22,8	996,55	998 5000
15,0	998,07	999 1601	23,0	996,51	998 4795
15,2	998,04	999 1470	23,2	996,46	998 4586
15,4	998,01	999 1336	23,4	996,41	998 4377
15,6	997,98	999 1201	23,6	996,36	998 4167
15,8	997,94	999 1062	23,8	996,31	998 3954
16,0	997,91	999 0923	24,0	996,26	998 3740
16,2	997,88	999 0779	24,2	996,21	998 3522
16,4	997,85	999 0635	24,4	996,16	998 3304
16,6	997,81	999 0488	24,6	996,11	998 3086
16,8	997,78	999 0339	24,8	996,06	998 2864
17,0	997,74	999 0187	25,0	996 01	998 2641
17,2	997,71	999 0034	25,2	995,96	998 2415
17,4	997,67	998 9882	25,4	995,91	998 2188
17,6	997,64	998 9726	25,6	995,86	998 1961
17,8	997,60	998 9568	25,8	995,80	998 1734
18,0	997,56	998 9408	26,0	995,75	998 1503
18,2	997,53	998 9247	26,2	995,70	998 1267
18,4	997,49	998 9082	26,4	995,64	998 1032
18,6	997,45	998 8915	26,6	995,59	998 0796
18,8	997,41	998 8746	26,8	995,53	998 0544
19,0	997,37	998 8576	27,0	995,48	998 0321

5.9.1 (continuare)

t	G_t	lg G_t	t	G_t	lg G_t
27,2	995,42	998 0077	31,2	994,24	997 4925
27,4	995,37	997 9832	31,4	994,18	997 4650
27,6	995,31	997 9588	31,6	994,12	997 4375
27,8	995,26	997 9344	31,8	994,05	997 4100
28,0	995,20	997 9095	32,0	993,99	997 3820
28,2	995,14	997 8846	32,2	993,93	997 3540
28,4	995,08	997 8598	32,4	993,86	997 3261
28,6	995,03	997 8344	32,6	993,80	997 2977
28,8	994,97	997 8091	32,8	993,73	997 2693
29,0	994,91	997 7838	33,0	993,67	997 2409
29,2	994,85	997 7580	33,2	993,60	997 2120
29,4	994,79	997 7323	33,4	993,54	997 1832
29,6	994,73	997 7061	33,6	993,47	997 1544
29,8	994,67	997 6799	33,8	993,40	997 1246
30,0	994,61	997 6537	34,0	993,33	997 0953
30,2	994,55	997 6275	34,2	993,27	997 0660
30,4	994,49	997 6008	34,4	993,20	997 0367
30,6	994,43	997 5738	34,6	993,13	997 0070
30,8	994,37	997 5467	34,8	993,06	996,9768
31,0	994,31	997 5196	35,0	993,00	996 9471

5.9.2. Cotarea vaselor prin cîntărire cu mercur

Tabelul conţine cantităţile de mercur, G_t, în grame (cîntărite în aer, cu greutăţi de alamă), care au la temperaturile *t*, arătate în dreptul lor, volumul exact de 1 l.

t	G_t	lg G_t	t	G_t	lg G_t
0	13 596,2	133 4176	15	13 559,2	132 2341
1	13 593,7	133 3377	16	13 556,8	132 1572
2	13 591,2	133 2578	17	13 554,3	132 0771
3	13 588,8	133 1811	18	13 551,9	132 0002
4	13 586,3	133 1012	19	13 549,4	131 9200
5	13 583,8	133 0313	20	13 547,0	131 8431
6	13 581,4	132 9445	21	13 544,5	131 7630
7	13 578,9	132 8646	22	13 542,0	131 6828
8	13 576,4	132 7846	23	13 539,6	131 6059
9	13 574,0	132 7078	24	13 537,1	131 5256
10	13 571,5	132 6279	25	13 534,7	131 4487
11	13 569,1	132 5510	26	13 532,2	131 3684
12	13 566,6	132 4710	27	13 529,8	131 2914
13	13 564,1	132 3910	28	13 527,3	131 2111
14	13 561,7	132 3141	29	13 524,9	131 1341
			30	13 522,4	131 0537

5.9.3. Verificarea vaselor cotate

În tabel sînt indicate cantitățile de apă, G_{20}, în grame (cîntărite în aer, cu greutăți de alamă) la temperaturile t, arătate în dreptul lor, și care au la 20°C volumul exact de 1 l.

t	G_{20}	t	G_{20}	t	G_2
0	998,31	19,2	997,31	27,2	995,60
1	998,40	19,4	997,28	27,4	995,55
2	998,46	19,6	997,24	27,6	995,50
3	998,51	19,8	997,21	27,8	995,45
4	998,54	20,0	997,17	28,0	995,40
5	998,56	20,2	997,14	28,2	995,35
6	998,56	20,4	997,10	28,4	995,29
7	998,55	20,6	997,06	28,6	995,24
8	998,52	20,8	997,02	28,8	995,19
9	998,48	21,0	996,99	29,0	995,14
10	998,42	21,2	996,95	29,2	995,08
11	998,35	21,4	996,91	29,4	995,03
12	998,27	21,6	996,87	29,6	994,97
13	998,17	21,8	996,83	29,8	994,92
14	998,06	22,0	996,79	30,0	994,86
14,2	998,04	22,2	996,75	30,2	994,81
14,4	998,02	22,4	996,71	30,4	994,75
14,6	997,99	22,6	996,66	30,6	994,69
14,8	997,97	22,8	996,62	30,8	994,64
15,0	997,94	23,0	996,58	31,0	994,58
15,2	997,92	23,2	996,54	31,2	994,52
15,4	997,89	23,4	996,49	31,4	994,47
15,6	997,87	23,6	996,45	31,6	994,41
15,8	997,84	23,8	996,41	31,8	994,35
16,0	997,81	24,0	996,36	32,0	994,29
16,2	997,78	24,2	996,32	32,2	994,23
16,4	997,76	24,4	996,27	32,4	994,17
16,6	997,73	24,6	996,23	32,6	994,11
16,8	997,70	24,8	996,18	32,8	994,05
17,0	997,67	25,0	996,14	33,0	993,99
17,2	997,64	25,2	996,09	33,2	993,93
17,4	997,61	25,4	996,04	33,4	993,87
17,6	997,58	25,6	996,00	33,6	993,81
17,8	997,55	25,8	995,95	33,8	993,75
18,0	997,51	26,0	995,90	34,0	993,68
18,2	997,48	26,2	995,85	34,2	993,62
18,4	997,45	26,4	995,80	34,4	993,56
18,6	997,42	26,6	995,75	34,6	993,50
18,8	997,38	26,8	995,70	34,8	993,43
19,0	997,35	27,0	995,65	35,0	993,37

5.9.4. Factorii de corecție pentru calibrarea vaselor

Tabelele 5.9.4.1. și 5.9.4.2. permit o etalonare rapidă a capacității vaselor prin cîntărire cu apă sau mercur. Notînd cu G_a masa aparentă cîntărită în aer cu greutăți de alamă la temperatura t și la presiunea de 760 mm Hg corectată și la accelerația gravitației standard $g_n = 980{,}665$ cm · s^{-2}, volumul vasului V_t la temperatura t este:

$$V_t = f \cdot G_a,$$

unde f este un factor care introduce corecțiile de densitate a lichidului și de cîntărire în aer.

Densitățile apei și mercurului sînt date în tabelele 5.13.—5.14.

În cazul cîntăririlor cu apă sînt necesare corecții pentru lucru la diferite presiuni atmosferice. Tabelul 5.9.4.2 conține corecțiile care trebuie adăugate (+) sau scăzute (—) din valorile factorilor din tabelul 5.9.4.1.

Tabelele permit calculul volumului unui vas la o temperatură anumită t_0; pentru o altă temperatură t_1 volumul vasului este $V_{t_1} = V_{t_0}[1 + \alpha(t_1 - t_0)]$ în care α este coeficientul de dilatație al materialului din care este confecționat vasul (v. tabelul 5.6.2.2.)

Exemplu. Un vas a fost calibrat prin cîntărire în aer cu apă la 10°C și $p = 780$ mm Hg obținîndu-se $G_a = 10{,}000$ g.

Se calculează volumul vasului la 10°C:

$$V_{10^\circ} = 10{,}000\,(1{,}00137 + 0{,}00003) = 10{,}014 \text{ ml}$$

Considerînd $\alpha_{(\text{sticlă})} = 0{,}000030$ grad^{-1}, volumul vasului la 20°C este

$$10{,}014\,[1 + 0{,}000030\,(20-10)] = 10{,}017 \text{ ml}$$

5.9.4.1. **Factorii de corecție pentru calibrarea volumetrică a vaselor cu apă și mercur la 760 mm Hg**

Temperatura lichidului t, °C	10	11	12	13	14	15
Factorul f apă/mercur	1,00137 0,073683	1,00146 0,073697	1,00156 0,073710	1,00168 0,07371	1,00181 0,07373	1,00195 0,07375
Temperatura lichidului t, °C	16	17	18	19	20	21
Factorul f apă/mercur	1,00210 0,073764	1,00227 0,073777	1,00245 0,073790	1,00263 0,07380	1,00283 0,07381	1,00304 0,07383
Temperatura lichidului t, °C	22	23	24	25		
Factorul f apă/mercur	1,00326 0,073844	1,00349 0,073857	1,00373 0,073871	1,00398 0,073884		

5.9.4.2. **Corecțiile de presiune la calibrarea cu apă a vaselor**

Presiunea, mm Hg	730	740	750	770	780	790
Valoarea lui f (apă) $\times 10^5$	−4	−3	−1	+1	+3	+4

5.9.5. Indicaţii asupra vaselor volumetrice şi asupra utilizării lor

Vasele volumetrice obişnuite sînt: biurete, pipete, baloane cotate şi picnometre. Aceste vase sînt etalonate pe baza unor norme naţionale sau internaţionale (ISO = International Organization for standardization; OIML = Organization Internationale de Métrologie Légale) norme care se referă de fapt nu numai la etalonare, dar şi la condiţiile de folosire şi domeniul admis de erori. După cum s-a arătat mai înainte, volumul se etalonează prin cîntărire cu apă sau mercur. Notaţiile de volum se pot referi la volumul conţinut (etalonare de umplere = *E*) sau la volumul de scurgere (etalonare de golire = *A*) pentru baloane cotate, picnometre, respectiv biurete, pipete.

La golirea vasului, lichidul rămîne pe pereţii interiori sub forma unui film, care se prelinge încet (postscurgere).

Timpul de scurgere determină cantitatea de lichid aderent la pereţi; cu cît se aşteaptă mai mult după oprirea scurgerii (timp de aşteptare), cu atît mai mică este valoarea citită pe scala vasului, deoarece intervalul de postscurgere duce la creşterea nivelului de lichid. Pentru obţinerea unor valori reproductibile de volum scurs trebuie să se stabilească anumite intervale de timp de scurgere şi aşteptare, indicate în normele de etalonare.

Studiile recente [National Physical Laboratory, Teddington (Anglia), Physikalisch technischen Bundesanstalt (PTB) etc.] au arătat că intervalele de scurgere lungi, corespund la un domeniu de dispersie a erorilor mic, deci interval de încredere mare (v. cap. 2). Pentru o uniformizare a folosirii pipetelor şi biuretelor se folosesc timpi de scurgere lungi, corespunzători intervalelor de aşteptare respective, conform tabelelor 5.9.5 (vase cu diametrul de golire mic) pentru cele două clase de precizie: foarte exactă (A) şi exactă (B).

Pentru micşorarea timpului de scurgere se folosesc în ultimul timp pipete şi biurete cu diametre de scurgere mai mari şi deci cu timpi de scurgere mici, indicate de cataloagele fabricanţilor. În general pentru pipetele gradate timpul de scurgere este de 2—10 s, pentru pipetele cu golire totală (cu bulă) 5—30 s şi pentru biurete 45—55 s.

În unele cazuri speciale se admite suflarea lichidului aderent la vîrful pipetei cu bule, cînd limita erorilor este relativ mai mare decît în cazurile indicate mai sus, dar timpul de scurgere se scurtează la 5—15 s urmat de un timp de aşteptare de 2 s (capacitate 0,5—10 ml) conform tabelului 5.9.5.4.

Aceste pipete sînt utilizate acolo unde este necesară o pipetare rapidă şi cu o precizie suficientă.

Pipetele utilizate astăzi în medicină, bacterologie şi serologie, confecţionate din tuburi de sticlă sau material plastic, nu se etalonează; au timpi de scurgere scurţi şi pentru lucrările de laborator clinice sînt suficient de precise.

Trebuie să se remarce importanţa deosebită a măsurătorilor cu pipete şi mai ales cu biurete, care la schimbarea de normalitate, chiar de la N/20 la N/50—N/100 introduc erori de cîteva ori mai mari decît limita admisă la etalonarea biuretei.

Biuretele din clasa A, cele mai precise în prezent, au o limită a erorilor de ± 0,003 ... ± 0,04 ml pentru volume de la 1 la 100 ml, iar pentru pipetele gradate ± 0,001 ... ± 0,030 ml pentru volume de la 0,1 la 25 ml.

5.9.5.1. Caracteristicile de utilizare ale biuretelor

Volumul, ml		10	25	50	100
Diviziunile, ml		0,02	0,05	0,1	0,2
Diametrul orificiului de curgere (aproximativ), mm		0,3	0,37	0,55	0,79
Limita erorilor, ml	clasa A	±0,02	0,03	0,05	0,1
	clasa B	±0,05	0,05	0,1	0,2
Intervalul de scurgere (şi aşteptare), s	clasa A	70—100	120—170	105—150	100—150
	clasa B		85—170	75—150	65—130

5.9.5.2. Caracteristicile de utilizare ale pipetelor gradate

Volumul, ml	1	2	5	10
Diviziunile, ml	0,01	0,02	0,05	0,1
Diametrul orificiului de golire (aproximativ), mm	0,2	0,3	0,45	0,65
Limita erorilor, ml clasa A clasa B	±0,006 ±0,01	0,01 0,02	0,03 0,05	0,05 0,1
Intervalul de scurgere, s	25—50			

5.9.5.3. Caracteristicile de utilizare ale pipetelor cu golire totală

Volumul, ml	1	2	5	10	20	25	50	100
Limita erorilor, ml clasa A clasa B	±0,007 ±0,015	0,01 0,02	0,015 0,03	0,02 0,04	0,03 0,06	0,03 0,06	0,05 0,10	0,08 0,16
Intervalul de golire, s clasa A clasa B	10—30 7—30	10—40 7—40	15—40 10—40	15—50 10—50	25—60 20—60	26—60 20—60	30—60 20—60	40—60 30—60

5.9.5.4. Caracteristicile pipetelor de suflare

Volumul, ml	0,5	1,0	2	5	10
Diviziunea, ml	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Limita, erorilor, ml	±0,01	0,02	0,02	0,04	0,06
Lungimea scalei, mm	85—130	200—250	200—250	200—250	200—250
Timpul de scurgere, s	0,5—3	1—5	1—5	3—1	5—10
Timpul de așteptare, s	2				

5.10. VOLUMETRIE

5.10.1. Soluții etalon. Prepararea soluțiilor etalon

Deoarece în analiza volumetrică se determină masa unei substanțe din volumul soluției etalon folosite pentru titrare, este evident că prepararea soluției etalon (sau soluției standard) este o operație deosebit de importantă; concentrația acestei soluții exprimată în echiivalenți la 1 l (titrul soluției etalon) trebuie să fie exact cunoscut. Al doilea moment important în analiza cantitativă volumetrică este stabilirea sfîrșitului titrării, a punctului de echivalență. Acesta se determină: cu ajutorul indicatorilor (tabelul 5.10.5), prin metoda conductometrică (v. vol. III) sau prin metoda potențiometrică (v. vol. III).

Cel mai ușor se prepară soluții etalon atunci cînd substanța care trebuie dizolvată este un produs pur și stabil, cu formulă definită, un așa numit *etalon (standard) primar* (ce poate fi reactiv p.a. sau poate fi purificat prin recristalizare, uscare, sublimare sau prin alte mijloace simple). În cazul acesta, soluția etalon se prepară prin cîntărirea unui echivalent, sau a unei fracțiuni cunoscute de echivalent, dintr-un asemenea etalon primar și dizolvare într-un volum cunoscut de apă. Pe calea aceasta se pot prepara soluții etalon de bicromat de potasiu, bromat de potasiu, nitrat de argint, iodat de potasiu, cloruri alcaline și alte cîteva.

Multe substanțe se dizolvă cu o variație mare de energie (de exemplu tiosulfatul de sodiu și nitratul de argint absorb căldura, iar carbonatul de sodiu degajă căldură, la dizolvare). De aceea temperatura soluției trebuie să se egalizeze cu aceea a laboratorului, prin ședere îndelungată (și agitare repetată). Ultimii cîțiva cm^3 de apă se adaugă cu un stropitor sau cu o pipetă capilară. Picăturile de apă de la balonul cotat, deasupra semnului, se îndepărtează cu hîrtie de filtru. Apoi balonul se astupă și se amestecă conținutul. Este bine să se întoarcă balonul de 30—40 de ori permițînd bulei de aer să ajungă, de fiecare dată, pînă sus.

Pentru prepararea soluției etalon, în modul indicat, se folosesc echivalenții substanțelor etalon primare, din datele indicate mai jos sau din tabelul 5.10.1. sau, pentru analize de mare precizie, din tabelul 5.10.2.

Pentru a obține o soluție normală (1 N) se cîntărește exact 1 echivalent; pentru a obține o soluție decinormală (0,1 N) se cîntărește exact 0,1 echivalenți etc. și se dizolvă aceste cantități în modul arătat mai înainte, în cîte 1 l de apă. Prin a cîntări exact se înțelege (în cazul unei analize obișnuite) să se cîntărească cu o precizie de patru zecimale, în grame (deci pînă la zecimea de miligram), o cantitate de substanță egală cu echivalentul sau cu fracțiunea de echivalent stabilită și să se dizolve aceasta în 1 l de apă.

Adesea pentru a cîștiga timp, se cîntărește o cantitate de etalon primar cît mai apropiată de fracțiunea de echivalent stabilită și se calculează un factor al soluției:

$$f = \frac{g}{e}$$

în care g este cantitatea de etalon primar cîntărit, în g, iar e — echivalentul sau fracțiunea de echivalent ce trebuie cîntărită pentru a obține o soluție exact normală, decinormală etc.).

În cazul unei soluții cu concentrație mai mare decît normalitatea dorită, $f > 1$; în cazul unei soluții mai diluate, $f < 1$. Factorul soluției înmulțit cu numărul de cm^3 de soluție consumați în titrare, dă numărul de cm^3 ce s-ar consuma dacă soluția ar fi exact normală, decinormală etc.

Este bine ca atît factorul, logaritmul său, cît și data preparării soluției să fie notate pe eticheta recipientului în care se conservă soluția standard.

Nu toate soluțiile etalon se pot prepara prin simpla dizolvare a unei substanțe pure. Multe substanțe nu pot fi obținute în stare suficient de pură (de exemplu cei mai mulți acizi anorganici, bazele, unele săruri); multe soluții, deși preparate din substanțe pure, își schimbă, cu timpul, titrul (tiosulfatul de sodiu, permanganatul de potasiu). În acest caz se prepară o soluție cu titru aproximativ, cît mai apropiat de normalitatea dorită, și se stabilește factorul soluției cu ajutorul unei cantități exact stabilite de etalon primar. Se recomandă controlarea titrului pe această cale și în cazul soluțiilor preparate prin dizolvarea directă a unui etalon primar.

La etalonarea unei soluții se vor respecta următoarele reguli:

— Se fac întotdeauna două probe în paralel (două cîntăriri diferite) și soluția se consideră bună numai dacă cele două determinări concordă în limita de erori admisă.

— Masa de substanță etalon primară să nu fie prea mică. Admițînd că eroarea, la o cîntărire obișnuită, este de 0,1 mg, atunci, pentru fiecare etalonare trebuie să se cîntărească cel puțin 0,2 g de substanță etalon, pentru ca eroarea de cîntărire să nu depășească 0,1%.

— Numărul de cm^3 de soluție folosiți la titrarea unei soluții etalon să nu fie prea mic, spre a se evita astfel erorile de citire și de scurgere pe peretele biuretei. Dacă la citire se face o eroare de 0,01 cm^3 și mai intervine și o eroare de scurgere de 0,02 cm^3, atunci eroarea posibilă a determinării este de 0,04 cm³. Dacă se utilizează 40 cm³ în titrare, aceasta corespunde unei erori de 0,1%. Luîndu-se cantități mai mici de soluție, eroarea crește în proporție. Eroarea de picurare poate mări încă mult această neprecizie.

— Este necesar să se titreze direct pînă la punctul de echivalență, evitîndu-se adăugarea unui exces de soluție etalon, și „retitrarea" excesului cu o altă soluție etalon, căci acest mod de lucru mărește posibilitățile de erori.

Dacă la etalonarea unei soluții se utilizează g grame dintr-un etalon primar al cărui echivalent este e și se consumă v cm³ de soluție, atunci factorul soluției, f, va fi:

$$f = \frac{1000\, g}{ev} \times 1 \quad \text{sau } 0{,}1 \text{ etc.}$$

după cum soluția este normală, decinormală etc.

Se înțelege, din cele de mai înainte, că puritatea substanței etalon primare este de o însemnătate hotărîtoare pentru exactitatea analizei. Puritatea substanțelor etalon se verifică prin anumite procedee indicate sumar în tabelul 5.3. Recunoașterea calitativă a impurităților într-un etalon primar este mai eficace decît determinarea cantitativă a concentrației active de substanță. Nu se pot indica reguli generale pentru controlul purității substanțelor, urmînd a se folosi, în fiecare caz particular, normele din tratate și, în special, STAS-urile respective. Nu se vor folosi ca etaloane primare decît substanțe nehigroscopice sau substanțe care nu se alterează la conservare. Astfel, carbonatul de sodiu anhidru nu este un etalon primar ideal, fiindcă poate absorbi urme de apă chiar în timpul cîntăririi într-o fiolă cu dop de sticlă rodat. De asemenea, acidul oxalic (cu $2H_2O$) poate pierde urme de apă, în zilele cu atmosferă uscată. Oxalatul de sodiu este avantajos din toate punctele de vedere și poate servi ca etalon primar atît pentru soluțiile de acizi, cît și pentru permanganat.

În general se va evita etalonarea unei soluții, în raport cu o altă soluție etalon, de exemplu o soluție de acid clorhidric 0,1 N în raport cu o soluție de hidroxid de sodiu 0,1 N, al cărui titru a fost stabilit cu ajutorul unui etalon primar. Dimpotrivă, se recomandă ca două soluții etalonate independent, fiecare față de un etalon primar adecvat, să se verifice apoi una în raport cu cealaltă (de exemplu acid clorhidric 0,1 N, față de hidroxid de sodiu 0,1 N), procedeul acesta constituind un excelent mijloc de control pentru titrul fiecărei soluții.

Atunci cînd nu se urmărește o precizie extremă, cum este cazul pentru unele analize industriale, se etalonează unele soluții față de soluții obținute prin dizolvarea directă a unui etalon primar, de exemplu soluția de tiosulfat de sodiu față de soluția de bicromat sau soluția de tiocianat de amoniu față de soluția de nitrat de argint (v. indicațiile de mai jos).

De asemenea nu se recomandă etalonarea unei soluții prin determinarea gravimetrică a substanței dizolvate într-un anumit volum de soluție; metoda gravimetrică nu poate fi considerată mai exactă, în principiu, decît metoda volumetrică, iar ambele metode sînt supuse, în aceeași măsură, erorilor de cîntărire.

Comode pentru titrare sînt vasele conice (Erlenmeyer) de preferință cu gîtul larg. În cazul substanțelor volatile (Br, I) se utilizează vase conice cu dop de sticlă rodat.

Observații. Etaloanele primare pentru prepararea soluțiilor standard de puritate suficientă se livrează de multe întreprinderi ce produc reactivi pentru analiză.

Cînd se prepară soluția etalon prin cîntărire directă, se cîntăresc cantitățile de etalon primar corespunzător datelor din coloana „titrul exact". În celelalte cazuri, cantitățile sînt indicate în coloana „prepararea soluției".

1. Pentru etalonarea soluțiilor de acizi se recomandă, ca cel mai sigur etalon primar, carbonat de sodiu obținut prin calcinarea oxalatului de sodiu, $Na_2C_2O_4$ (E[1] $= 67{,}00$). Oxalatul de sodiu nu este higroscopic și se obține ușor în stare pură, liber de apă, prin cristalizare din apă, urmată de uscare, mai multe ore, la 240–250°C. Pentru a transforma oxalatul de sodiu în carbonat de sodiu, se cîntărește exact oxalatul într-un creuzet de platină perfect curat și se calcinează, în creuzetul parțial acoperit timp de 15–30 min., peste o flacără mică de gaz, pînă ce tot

---

[1] E = masă echivalentă

carbonatul format începe să se topească. După răcire, se trece carbonatul cantitativ, cu apă, într-un pahar. Se titrează cu galben-metil sau metil-oranj, pînă ce culoarea începe să devieze de la nuanța indicatorului în apă curată. În acest stadiu, punctul de echivalență nu este încă atins, din cauza bioxidului de carbon dizolvat. De aceea soluția se fierbe 2 min sau se încălzește 15 min pe baia de apă agitînd din cînd în cînd. După răcire se termină titrarea. Din volumul, v, de acid consumat se calculează, în modul indicat mai sus, titrul de lucru al soluției (factorul) pentru indicatorul respectiv. Etalonarea soluțiilor de acizi cu carbonat se poate face și în prezență de albastru brom-timol sau de roșu-fenol. În acest caz titrarea se face la fierbere luînd precauții pentru ferirea biuretei de variații de temperatură.

Pentru etalonarea soluțiilor de acizi se utilizează adesea carbonatul de sodiu, Na_2CO_3 ($E = 53{,}00$) uscat la 270—300°C. Acesta se poate obține și din bicarbonat de sodiu pur, prin încălzire la circa 300°C. Se mai recomandă, pentru același scop carbonatul de taliu, Tl_2CO_3, bicarbonatul de potasiu, $KHCO_3$, boraxul, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ și oxidul mercuric, HgO.

2. Pentru etalonarea soluțiilor bazice, cel mai sigur etalon primar recomandat este biftalatul de potasiu, $KHC_8H_4O_4$ ($E = 204{,}23$). Se obține prin tratarea anhidridei ftalice pure, sublimate, cu puțin mai mult decît cantitatea teoretică de carbonat de potasiu anhidru și recristalizare de trei ori din apă. Se usucă la 125°C. Nu conține apă și nu este higroscopic. La etalonarea soluțiilor 0,1 N se utilizează circa 0,7—1,0 g de biftalat de potasiu și se titrează în prezență de fenolftaleină; apa utilizată trebuie să fie liberă de CO_2.

De asemenea dă rezultate bune acidul benzoic, C_6H_5COOH ($E = 122{,}12$), o substanță ce se poate obține în stare de mare puritate și se utilizează ca substanță etalon și în calorimetrie. La etalonarea soluțiilor bazice se utilizează 0,5 g de acid benzoic, dizolvat în 20 cm^3 alcool neutru. Ca indicator servește fenolftaleina; apa utilizată trebuie să fie liberă de CO_2.

Mult utilizat pentru etalonarea bazelor în soluție este și acidul oxalic, $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ($E = 63{,}03$) deși această substanță are dezavantajul de a nu putea fi obținută, decît relativ greu, cu exact două molecule de apă. A doua constantă de ionizare a acidului oxalic fiind relativ mică, se folosesc, la titrarea bazelor cu acest acid, indicatori ca fenolftaleină sau albastru-timol, luîndu-se apă fără CO_2 (fiartă în prealabil).

Se mai recomandă pentru etalonarea soluțiilor bazice: acidul sulfamic, NH_2SO_3H, acidul succinic $(CH_2)_2(COOH)_2$ și acidul adipic $(CH_2)_4(COOH)_2$ substanțe ce se pot obține în stare de mare puritate.

3. Pentru etalonarea soluțiilor de tiocianați se utilizează nitrat de argint, $AgNO_3$ ($E = 169{,}89$). Alternativ se poate utiliza argint pur (obținut din nitrat de argint, prin reducere cu formiat de amoniu și topit în curent de H_2) ($E = 107{,}88$). Argintul se dizolvă în HNO_3 liber de clor și se îndepărtează oxizii de azot prin fierbere. Ca indicator servește soluția de alaun feric (v. tabelul 5.1.2).

4. Cînd nu se dispune de nitrat de argint suficient de pur, pentru a prepara soluția etalon prin dizolvare directă, se etalonează această soluție cu clorură de sodiu, NaCl ($E = 58{,}448$). Clorura de sodiu pură se obține dintr-o soluție saturată de clorură de sodiu obișnuită, prin precipitare cu HCl gaz, filtrare, spălare cu apă și eventual repetarea precipitării. Se usucă, pînă la masă constantă, pe flacără sau în cuptorul electric la 500—600°C.

5. Deoarece soluțiile de brom își schimbă repede titrul, din cauza volatilității acestui element, se folosește o soluție de bromat (cîntărit exact), cu un exces mare de bromură cîntărită aproximativ.). La acidulare, un ion de bromat dă naștere la șase echivalenți de brom. Bromatul de potasiu, $KBrO_3$ (masa moleculară $M = 167{,}016$; $E = 1/6\ M = 27{,}836$) se obține ușor, în stare de mare puritate, prin recristalizare din apă și uscare la 180°C. Poate servi ca etalon primar pentru prepararea soluției prin dizolvare directă. Titrul soluției poate fi verificat în raport cu soluția de tiosulfat de sodiu. Pentru aceasta se măsoară cu biureta, 30—35 cm^3, din soluția de bromat-bromură, într-un flacon de titrare astupat, se adaugă 5 cm^3 HCl conc. și 7 cm^3 soluție de KI 10%, se astupă, se răcește și se titrează apoi în mod obișnuit cu tiosulfat și amidon.

6. a. Iodul I_2 ($E = 126{,}90$) purificat prin sublimare poate fi obținut suficient de pur spre a servi ca etalon primar.

b. Trioxidul de arsen, As_2O_3 ($M = 197{,}82$; $E = 1/4\ M = 49{,}455$ g) se obține pur prin cristalizare din HCl conc. (circa 20%), apoi recristalizare repetată din apă (pînă ce filtratul nu mai este acid față de metil-oranj) și uscare în exicator peste H_2SO_4. Pentru etalonarea soluției de iod, se dizolvă cantitatea exact cîntărită de As_2O_3, în circa 10 cm^3 NaOH 1 N, se acidulează cu un mic exces de H_2SO_4 dil., se adaugă 1—2 g $NaHCO_3$ și se titrează cu soluția de iod (amidon).

7. Acid oxalic, $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ($M = 126{,}070$; $E = 63{,}035$) v. și observația 1.

8. Bicromat de potasiu, $K_2Cr_2O_7$($M = 294{,}22$; $E = 1/4\ M = 49{,}037$), excelent etalon primar.

9. Iodat de potasiu, KIO_3($M = 214{,}01$; $E = 1/6\ M = 35{,}668$), excelent etalon primar.

10. Pentru etalonarea soluției 0,1 N de permanganat de potasiu se utilizează de preferință oxalat de sodiu (v. observația 1); 0,25—0,3 g oxalat de sodiu, cîntărit exact, se dizolvă în 200—250 cm^3 apă de 80—90°C, într-un vas conic de 400 cm^3 și se adaugă 10 cm^3 H_2SO_4 (1 : 1). Se titrează cu soluția de permanganat, adăugîndu-se aceasta, la început mai încet și așteptîndu-se după fiecare adăugare de soluție, decolorarea. Pentru etalonarea soluției de permanganat de potasiu se mai utilizează: acid oxalic, trioxid de arsen, sare Mohr sau fier foarte pur.

11. Cel mai comod etalon primar pentru etalonarea soluției 0,1 N de tiosulfat de sodiu, este bicromatul de potasiu (v. mai sus). Cantitatea exact cîntărită de bicromat (circa 0,2 g) se dizolvă în circa 50 cm^3 apă, apoi se adaugă 12—13 cm^3 HCl de 25% și 10 cm^3 aproximativ KI 1 N. După amestecare se titrează cu soluția de tiosulfat (amidon). Soluția de tiosulfat se mai poate etalona cu iod (și iodură de potasiu), cu iodat de potasiu (plus iodură de potasiu și un mic exces de acid clorhidric sau sulfuric), precum și cu bromat de potasiu (plus iodură de potasiu și acidulare).

5.10.1.

Soluția etalon	Normalitatea N	Titrul exact g/l	Prepararea soluției	Etalonul primar recomandat	Numărul observației
Acid clorhidric HCl	1	36,46	90 cm^3HCl(35—37%) + 900 cm^3 apă	Oxalat de sodiu; carbonat de sodiu	1
Acid clorhidric HCl	0,1	3,646	9 cm^3 HCl + 1000 cm^3 apă		
Acid sulfuric H_2SO_4	1	49,04	30 cm^3 H_2SO_4(94—96%) + 1000 cm^3 apă		
Acid sulfuric H_2SO_4	0,1	4,904	3 cm^3 H_2SO_4 + 1000 cm^3 apă		
Hidroxid de sodiu NaOH	1	40,00	45 g NaOH + 950 cm^3 apă + soluție saturată $Ba(OH)_2$ pînă nu se mai formează pp. Se utilizează soluția decantată	Bisulfat de potasiu; acid succinic; acid benzoic	2
Hidroxid de sodiu, NaOH	0,1	4,000	4,5 g NaOH + 1 000 cm^3 apă		
Tiocianat de amoniu NH_4SCN	0,1	7,613	8 g NH_4SCN + 1 000 cm^3 apă	Nitrat de argint; argint	3
Tiocianat de potasiu KSCN	0,1	9,719	10 g KSCN + 1 000 cm^3 apă		

5.10.1. (continuare)

Soluția etalon	Normalitatea N	Titrul exact g/l	Prepararea soluției	Etalonul primar recomandat	Numărul observației
Nitrat de argint $AgNO_3$	0,1	16,989	$AgNO_3$, sfărîmat, uscat la 110°C, cîntărit exact, dizolvat și diluat la 1 l	a. Dizolvare directă b. Clorură de sodiu	4
Brom	0,1	7,992	2,7835 g = 1/6 $KBrO_3$ + 25 g KBr + 1 000 cm^3	a. Dizolvare directă b. Soluție de tiosulfat	5
Iod	0,1	12,691	Într-o fiolă cu dop rodat, se cîntărește exact 0,1 echivalenți de iod, se trece cantitativ într-un balon cotat conținînd 25 g KI dizolvat în 35 cm^3 apă. După dizolvare se diluează la 1 l	a. Dizolvare directă b. Titrul controlat cu As_2O_3	6
Acid oxalic $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$	0,1	6,3034	1/2 echivalenți $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ + + 1 000 cm^3 apă	a. Dizolvare directă b. Soluție de permanganat	7
Bicromat de potasiu $K_2Cr_2O_7$	0,1	4,9037	$K_2Cr_2O_7$ uscat la 120° cîntărit exact, diluat la 1 l	Dizolvare directă	8
Iodat de potasiu KIO_3	0,1	3,567	1/6 echiv. KIO_3, uscat la 110°, cîntărit exact, diluat la 1 l.	Dizolvare directă	9
Permanganat de potasiu, $KMnO_4$	0,1	3,161	3,3 g $KMnO_4$ se dizolvă în 1 050 cm^3 apă, se fierbe 30 min; se păstrează 3 zile înainte de etalonare (Titrul trebuie verificat des)	Oxalat de sodiu	10
Tiosulfat de sodiu, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	0,1	24,819	26 g tiosulfat + 0,2 g Na_2CO_3 anhidru se dizolvă în 1 l apă fiartă în prealabil; se păstrează 3 zile înainte de etalonare (Titrul trebuie verificat des)	a. Bicromat de potasiu b. Iodat de potasiu c. Iod.	11
Soluție alcoolică de hidroxid de potasiu KOH	0,5	28,05	28,5 g KOH se dizolvă în minimum de apă, se diluează la 1 l cu alcool de 95% (în prealabil distilat peste KOH) (Titrul trebuie verificat des)	Soluție de HCl 0,1 N	
Soluție alcoolică de hidroxid de potasiu KOH	0,1	5,611	5,7 g KOH se dizolvă în 1000 cm^3 alcool de 95% (în prealabil distilat peste KOH) (Titrul trebuie verificat des)	Soluție de HCl 0,1 N	
Soluție Fehling	—	—	A. 34,66 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, diluat la 500 cm^3 apă B. 173 g $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ (sare Seignette) + 50 g NaOH, diluat la 500 cm^3 apă.	Dizolvare directă	

5.10.2. Echivalenţii principalelor etaloane primare volumetrice şi logaritmii lor, corectaţi pentru cîntărirea în aer

Pentru mai multă uşurinţă, au fost calculaţi cu datele din cap. 6, grupaţi în prezentul tabel, echivalenţii principalelor substanţe folosite în volumetrie ca etaloane primare, precum şi logaritmii lor („echivalenţi raţionali" sau „echivalenţi volumetrici"). Valorile trecute la rubrica „masa" reprezintă, în grame, cantităţi de substanţă corespunzînd formulelor respective, cîntărite în aer şi corectate pentru cîntărire în vid. Aşadar, o soluţie etalon preparată folosind valorile din acest tabel, conţine la 1 l, 1 echivalent-g de substanţă corespunzînd masei în vid, deci maselor atomice convenţionale.

Substanţa	Formula	*d*	Masa, *M*	lg *M*
Acid benzoic	$C_7H_6O_2$	1,34	122,125	08 681
Acid oxalic	$1/2\ H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$	1,64	63,033	79 957
Argint	Ag	10,5	107,87	03 290
Bicarbonat de potasiu	$KHCO_3$	2,17	100,119	00 051
Bicromat de potasiu	$1/6\ K_2Cr_2O_7$	2,70	49,032	69 057
Biftalat de potasiu	$KC_8H_5O_4$	1,64	204,229	31 012
Biiodat de potasiu	$KH(IO_3)_2$	4,47	389,915	59 097
Biiodat de potasiu	$1/12\ KH(IO_3)_2$	4,47	32,492	51 178
Borax	$1/2\ Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	1,72	190,686	28 032
Bromat de potasiu	$1/6\ KBrO_3$	3,24	27,834	44 301
Bromură de potasiu	KBr	2,73	119,011	07 559
Carbonat de sodiu	$1/2\ Na_2CO_3$	2,53	52,994	72 427
Clorură de potasiu	KCl	1,99	74,555	87 248
Clorură de sodiu	NaCl	2,17	58,443	76 673
Difenilguanidină	$C_{13}H_{13}N$	1,22	211,268	32 483
Fericianură de potasiu	$K_3Fe(CN)_6$	1,81	329,26	51 754
Ferocianură de potasiu	$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	1,89	422,41	62 573
Iod	$1/2\ I_2$	4,94	63,455	80 247
Iodat de potasiu	$1/2\ KIO_3$	3,89	107,00	02 938
Iodat de potasiu	$1/6\ KIO_3$	3,89	35,668	55 228
Iodcian	1/2 CNI	4,39	76,46	88 343
Iodură de potasiu	1/2 KI	3,12	83,003	91 910
Mercur	1/2 Hg	13,55	100,295	00 128
Nitrat de argint	$AgNO_3$	4,35	169,875	23 013
Oxalat de sodiu	$1/2\ Na_2\ C_2O_4$	2,69	67,00	82 607
Oxid de mercur	1/2 HgO	11,14	108,295	03 462
Sarea lui Mohr	$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	1,86	392,14	59 344
Sulfat de hidrazină	$1/2\ N_2H_6SO_4$	1,38	65,061	81 332
Sulfat de hidrazină	$1/4\ N_2H_6SO_4$	1,38	32,53	51 228
Tiosulfat de sodiu	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	1,73	248,183	39 477
Trioxid de arsen	$1/4\ As_2O_3$	3,86	49,46	69 425

5.10.3. Corecţiile de temperatură pentru soluţii volumetrice

Recalcularea volumului apei şi al soluţiilor normale conţinute în vase de sticlă, pentru temperatura normală de 20°C. Din cauza dilataţiei termice a lichidelor concentraţiile soluţiilor cresc la răcire şi scad la încălzire. Titrul unei soluţii este deci exact valabil numai pentru temperatura la care a fost stabilit. Erorile de titrare, care se fac atunci cînd temperatura soluției cu care se titrează este diferită de aceea la care i s-a stabilit titrul, sînt, în mică parte, compensate prin variația cu temperatura a capacității vaselor de sticlă.

În analizele volumetrice exacte este necesar să se știe cum variază volumul unei soluții etalonate la temperatura normală de 20°C, dar măsurat la o altă temperatură. Prezentul tabel permite să se calculeze volumul pe care l-ar avea această soluție, dacă, atît ea cît și vasul, ar fi readuse la temperatura normală. Tabelul arată cîți cm^3 trebuie să se adauge (corecții pozitive) la 1000 cm^3, sau să se scadă (corecții negative) din 1000 cm^3 de soluție, măsurați la o temperatură oarecare, pentru a afla volumul la temperatura normală. În calculul acestor corecții s-a ținut seama de coeficienții de dilatație ai soluțiilor și ai sticlei. Soluțiile decinormale au același coeficient de dilatație ca și apa curată (și de aceea corecțiile lor se pot calcula și din tabelul variației densității apei).

După cum se vede din tabel, pentru variații de temperatură de ±5 în jurul temperaturii normale, erorile măsurătorilor volumetrice datorite variațiilor de temperatură sînt de ordinul $1^0/_{00}$ și urmează deci să fie luate în considerație numai la analizele cele mai exacte.

Temperatura °C	Apă sau soluții 0,1 N	HCl 1 N	Acid oxalic 1 N	H_2SO_4 1 N	HNO_3 1N	Na_2CO_3 1 N	NaOH 1 N
cm^3 la 1000 cm^3							
5	+1,36	+2,23	+2,38	+3,24	+3,30	+3,32	−3,51
6	1,36	2,15	2,30	3,09	3,14	3,16	3,32
7	1,35	2,07	2,21	2,93	2,98	2,98	3,13
8	1,32	1,97	2,10	2,76	2,80	2,79	2,93
9	1,28	1,85	1,99	2,58	2,61	2,60	2,72
10	1,22	1,73	1,86	2,39	2,41	2,40	2,51
11	1,16	1,60	1,72	2,19	2,21	2,19	2,29
12	1,09	1,45	1,57	1,98	1,99	1,98	2,06
13	0,98	1,30	1,40	1,76	1,76	1,76	1,83
14	0,88	1,14	1,23	1,53	1,53	1,53	1,58
15	0,76	0,97	1,05	1,30	1,30	1,29	1,33
16	0,63	0,79	0,85	1,06	1,05	1,05	1,08
17	0,49	0,61	0,65	0,81	0,80	0,80	0,82
18	0,34	0,41	0,44	0,55	0,54	0,56	0,55
19	0,17	0,21	0,23	0,28	0,27	0,27	0,28
20	0	0	0	0	0	0	0
21	−0,19	−0,22	−0,24	−0,28	−0,28	−0,28	−0,29
22	0,38	0,44	0,49	0,56	0,57	0,56	0,59
23	0,59	0,67	0,75	0,85	0,87	0,85	0,90
24	0,80	0,91	1,02	1,15	1,17	1,15	1,21
25	1,03	1,17	1,29	1,46	1,48	1,46	1,52
26	1,26	1,43	1,57	1,78	1,80	1,77	1,84
27	1,51	1,70	1,85	2,11	2,13	2,09	2,17
28	1,76	1,92	2,14	2,45	2,46	2,41	2,50
29	1,99	2,26	2,44	2,79	2,80	2,75	2,87
30	2,30	2,55	2,77	3,13	3,14	3,09	3,19

5.10.4. Indicatori

Indicatorii sînt substanțe care adăugate în cantități foarte mici, într-un amestec de reacție, își schimbă culoarea la punctul de echivalență. Domeniile de utilizare a indicatorilor sînt acidimetria și alcalimetria, inclusiv determinarea pH-ului. (Indicatori de culoare și indicatori de fluorescență.) În afară de indicatorii acid-bază, se mai utilizează și indicatori redox pentru determinarea punctului de echivalenţă în reacţii de oxido-reducere, indicatori de adsorbţie pentru determinarea punctului de echivalenţă în reacţii de precipitare (în special în argentometrie) etc.

Indicatori de culoare acid-bază. Indicatorii de culoare pentru acizi şi baze sînt acizi sau baze slabe (în sensul teoriei lui Brönsted, donori sau acceptori de protoni) al căror viraj de culoare se bazează pe trecerea din forma nedisociată (acidă), în forma disociată (baza conjugată), conform reacţiei:

$$\mathrm{HIn} \rightleftharpoons \mathrm{H}^+ + \mathrm{In}^- \tag{1}$$

Trecerea din forma nedisociată în forma disociată este însoţită de o modificare de structură a indicatorului care produce o deplasare a absorbanţei indicatorului, însoţită de o schimbare de culoare corespunzătoare. În consecinţă punctul de viraj al indicatorului depinde de constanta sa de disociere, K; aplicînd reacţiei (1), legea acţiunii maselor, se obţine:

$$K = \frac{[\mathrm{H}^+][\mathrm{In}^-]}{[\mathrm{HIn}]} \tag{2}$$

sau

$$\frac{K}{[\mathrm{H}^+]} = \frac{[\mathrm{In}^-]}{[\mathrm{HIn}]} = \frac{[\text{Forma disociată, bazică, de culoare B}]}{[\text{Forma nedisociată, acidă, de culoare A}]}$$

de unde reiese evident că raportul dintre concentraţia formei bazice şi concentraţia formei acide a indicatorului, care determină virajul său de culoare, depinde de constanta de disociere a indicatorului şi de concentraţia de ioni de hidrogen din soluţie.

Întrucît indicatorii sînt acizi (sau baze) slabi, pentru concentraţiile foarte mici la care aceştia se află în soluţie, din ecuaţia (2) se deduce:

$$\lg\frac{\alpha}{1-\alpha} = p\mathrm{H} - p\mathrm{K} \tag{3}$$

în care α este gradul de disociere al indicatorului,

$p\mathrm{H}$ — logaritmul cu semn schimbat al concentraţiei ionilor de hidrogen din soluţie,
$p\mathrm{K}$ — logaritmul cu semn schimbat al constantei de disociere a indicatorului.

Relaţia (3) exprimă legătura dintre gradul şi constanta de disociere a indicatorului şi concentraţia de ioni de hidrogen din soluţie (v. 5.11).

În afară de constanta de disociere, domeniul de viraj al indicatorului mai este influenţat şi de natura schimbării sale de culoare. Într-adevăr culoarea corespunzătoare uneia dintre cele două forme posibile ale indicatorului nu poate fi percepută de ochi, în prezenţa celeilalte, decît pentru o anumită concentraţie. Prin urmare, virajul indicatorului, la trecerea din forma bazică în forma acidă (sau invers), este limitată la acel domeniu de concentraţii ale ionilor de hidrogen, în care variaţia culorii este vizibilă şi care se numeşte „interval de viraj".

Dacă de exemplu un indicator este disociat 50% la $p\mathrm{H} = 7$, iar culoarea formei disociate este vizibilă de la o concentraţie de 10% şi nu se mai schimbă de la o concentraţie de 80% din această formă, atunci domeniul său de viraj este, conform relaţiei (3):

$$\text{de la } p\mathrm{H} = \lg\left(\frac{1}{9}\right) + 7 \quad \text{la } p\mathrm{H} = \lg(4) + 7$$

$$\text{adică de la } p\mathrm{H} = 6{,}0 \quad \text{la } p\mathrm{H} = 7{,}6.$$

În general, dacă pentru un indicator, schimbarea de culoare din mediul acid, în mediul bazic devine vizibilă pentru o concentrație de minimum 10% din forma bazică, atunci:

$$\frac{[In^-]}{[HIn]} = \frac{K}{[H^+]} = \frac{1}{10}$$

$$[H^+] = 10K$$

$$pH = pK - 1$$

De asemenea, dacă schimbarea de culoare din mediul bazic în mediul acid devine vizibilă pentru o concentrație minimă de formă acidă de 10%, atunci:

$$\frac{[In^-]}{[HIn]} = \frac{K}{[H^+]} = 10$$

$$[H^+] = \frac{K}{10}$$

$$pH = pK + 1$$

Intervalul de virare al acestui indicator este, deci, între:

$$pK - 1 \quad \text{și} \quad pK + 1$$

egal cu două unități *p*H. Practic, intervalul de virare pentru cei mai mulți indicatori este de aproximativ două unități *p*H.

La alegerea unui indicator pentru o anumită titrare este necesar ca *p*H-ul punctului de echivalență să fie cuprins în domeniul de virare al indicatorului. La titrarea acizilor tari cu baze tari (sau invers) este indiferent ce indicator se utilizează, întrucît chiar pentru adaosuri foarte mici de agent de titrare, saltul de *p*H este foarte mare. De exemplu, în soluția de 0,01 N a unui acid puternic, la un adaos de bază cu 0,1% mai puțin decît cantitatea necesară la punctul de echivalență, *p*H-ul este egal cu 5 și sare direct la valoarea *p*H = 9, pentru un adaos de bază cu 0,1% mai mult decît este necesar la punctul de echivalență.

Deci se poate utiliza orice indicator cuprins între bromcrezol purpur și tetrabrom-fenolftaleină (v. tabelul 5.10.4.1).

La titrarea unui acid slab cu o bază tare (sau invers a unei baze slabe cu un acid tare), *p*H-ul punctului de echivalență trebuie să fie încadrat în intervalul de viraj al indicatorului. Astfel, titrarea acidului acetic 0,1 N cu NaOH, pentru intervalul de titrare cuprins între un adaos de NaOH cu 0,1% sub și peste punctul de echivalență, saltul de *p*H este numai de la 7,74 la 10 și deci indicatorul trebuie să vireze în domeniul alcalin (de exemplu fenolftaleina).

În mod similar, la titrarea unei soluții de amoniac 0,1 N cu HCl, pentru un interval de titrare cuprins între un adaos de HCl cu 0,1% sub și peste punctul de echivalență, saltul de *p*H este de la 5,13 la 4, și deci indicatorul trebuie să vireze în domeniul acid (de exemplu metiloranj).

După cum reiese din tabele, alegînd indicatori adecvați, fenolftaleina sau albastru-timol pentru titrarea acizilor diluați, în domeniul de *p*H 9,25—9,46, se mai pot titra acizi cu constanta de ionizare de ordinul 10^{-7}, cu erori admisibile.

La fel, cu indicatori ca roșu de metil sau verde-brom-crezol pentru titrarea bazelor diluate, se mai pot titra baze cu constanta de ionizare de același ordin de mărime. Pentru mărirea preciziei la titrarea acizilor și bazelor slabe sau pentru titrări în medii foarte diluate se recomandă să se folosească indicatori micști (amestecuri de indicatori v. tabelul 5.10.4.2).

Acești indicatori au virajul foarte net și permit, în cele mai multe cazuri, titrarea acizilor și bazelor slabe și a soluțiilor foarte diluate, cu precizii acceptabile (p = părți în volume).

Indicatori de fluorescenţă. Titrarea acidimetrică sau alcalimetrică a soluţiilor puternic colorate sau tulburi, se poate realiza şi cu indicatori de fluorescenţă, care utilizează apariţia şi dispariţia sau modificarea culorii de fluorescenţă, la punctul de echivalenţă. În unele cazuri virajul de fluorescenţă se poate vedea în lumina naturală, totuşi este indicat (în special la soluţii foarte colorate) să se lucreze în lumina ultravioletă (v. tabelul 5.10.4.3).

Indicatori redox. Indicatorii redox sînt substanţe colorate intens, care au cel puţin două stări de oxidare şi pot da reacţii de tipul:

$$\mathrm{In}_{red} \rightleftarrows \mathrm{In}_{oxid} + ne$$

în care forma redusă şi cea oxidată au culori vizibil diferite. De aceea ei pot fi trataţi ca orice alt cuplu de oxido-reducere şi fiecare indicator are potenţialul său specific de formare (potenţialul redox = r_H). Indicatorul redox trebuie astfel ales încît potenţialul său de formare să fie foarte apropiat de punctul de echivalenţă al titrării. Întrucît valoarea r_H depinde şi de *p*H, o dată cu domeniul de viraj al unui indicator redox trebuie indicată şi valoarea *p*H-ului la care se face măsurarea (v. tabelul 5.10.4.4).

Indicatori de adsorbţie. Indicatorii de adsorbţie (v. tabelul 5.10.4.5) sînt indicatorii al căror viraj de culoare are loc la trecerea indicatorului din soluţie în stare adsorbită pe un precipitat şi ca atare se utilizează pentru determinarea punctului de echivalenţă în titrări de precipitare (în special în argentometrie). Virajul indicatorilor de adsorbţie este asociat cu modificarea primului strat de adsorbţie al precipitatului în modul ilustrat prin exemplul următor: la titrarea unei soluţii de ioni de Br^- cu $AgNO_3$ — indicator + sarea de sodiu a eozin-tetrabrom-fluoresceinei — cît timp în soluţie există în exces ioni de Br, aceştia sînt adsorbiţi în primul strat de adsorbţie al precipitatului de AgBr format şi îl încarcă negativ. Anionii de eozină sînt prea slab adsorbiţi pentru a deplasa ionii de Br de pe suprafaţa precipitatului. Imediat după punctul de echivalenţă apare un exces de ioni de Ag^+ în soluţie, aceştia se adsorb în primul strat de adsorbţie al precipitatului de AgBr şi-l încarcă pozitiv. În acest moment, anionii de eozină se adsorb pe primul strat de adsorbţie al precipitatului şi îi modifică culoarea. Deci anionii de eozină funcţionează ca un indicator, pentru ioni de Ag^+ *adsorbiţi* pe suprafaţa precipitatului şi nu pentru ionii de Ag existenţi în soluţie, întrucît produsul de solubilitate al sării de Ag a eozinei, nu este depăşit în soluţie (v. vol. II).

5.10.4.1. Indicatori de culoare (acid-bază)

Indicatorul	Intervalul de virare *p*H	Culoarea (acid—bază)	Concentraţia soluţiei de indicator
Metil-violet (N, N, N′, N′, N″-penta-metil-pararosanilină, clorură)	0,1—2,0	Galben-albastru violet	Soluţie 0,1% în apă
Verde malachit (4,4′-bis-dimetilamino-trifenil carbinol)	0,1—2,0	Galben-albastru verde	—
Safranină	0,3—1,0	Albastru-roşu	—
Galben-metanil	1,2—2,3	Roşu-galben	—
Albastru-timol (domeniu acid); Timol sulfonftaleină (sare de sodiu)	1,2—2,7	Roşu-galben	Soluţie 0,1% în apă
Albastru *p*-xilenol (domeniu acid)	1,2—2,8	Roşu-galben	—
Tropeolină 00 (difenilaminoazo-*p*-benzen sulfonat de sodiu)	1,4—2,6	Roşu-galben	—

Indicatorul	Intervalul de virare *p*H	Culoarea (acid – bază)	Concentrația soluției de indicator
2,6-Dinitrofenol (β)	1,6–4,3	Incolor-galben	Soluție 0,1% în alcool 50%
2,4-Dinitrofenol (α)	2,0–4,0	Incolor-galben	Soluție 0,1% în alcool 50%
Galben-metil (dimetilamino-azobenzen)	2,8–4,4	Roșu-galben	Soluție 0,1% în alcool 90%
Albastru bromfenol (tetrabromfenol-sulfonftaleină, sare de sodiu)	3,0–4,6	Galben-violet albastru	Soluție 0,1% în apă
Albastru-tetrabromfenol (tetrabromfenol-tetrabromsulfonftaleină, sare de sodiu)	3,0–4,6	Galben-albastru	Soluție 0,1% în apă
Metil-oranj (*p*-dimetilamino-azobenzen sulfonat de sodiu)	3,1–4,4	Roșu-galben	—
Roșu de Congo	3,0–5,2	Albastru-roșu	Soluție 0,1% în alcool
Etil-oranj	3,2–4,8	Roșu-galben	—
Roșu α-naftil (α-naftil-aminoazobenzen)	3,7–5,0	Roșu-galben	Soluție 0,1% în alcool 70%
Alizarin sulfonat de sodiu (1,2-dihidroxiantrachinon sulfonat de sodiu)	3,7–5,2	Galben-violet	Soluție 0,1% în apă
Verde brom-crezol (tetrabrom-*m*-crezolsulfonftaleină)	3,8–5,4	Galben-albastru	Soluție 0,1% în apă
Roșu-metil (acid dimetilamino-azobenzen-2-carbonic, sare de sodiu)	4,2–6,3	Roșu-galben	Soluție 0,1% în apă
Lacmus	5,0–8,0	Roșu-albastru	—
Brom-crezol purpur (dibrom-*o*-crezol sulfonftaleină, sare de sodiu)	5,2–6,8	Galben-purpuriu	Soluție 0,1% în apă
Roșu clor-fenol (diclor-fenol-sulfonftaleină)	5,4–6,8	Galben-roșu	Soluție 0,1% în apă
p-Nitrofenol	5,0–7,0	Incolor-galben	Soluție 0,1% în apă
Albastru brom-timol	6,0–7,6	Galben-albastru	Soluție 0,1% în alcool 95%

Indicatorul	Intervalul de virare pH	Culoarea (acid—bază)	Concentrația soluției de indicator
Galben-briliant	6,7—7,9	Galben-roșu	—
Roșu fenol (fenolsulfonftaleină)	6,4—8,0	Galben-roșu	Soluție 0,1% în apă
Roșu neutral (clorhidratul amino-dimetilamino-tolufenazinei)	6,8—8,0	Roșu-galben	Soluție 0,1% în alcool 70%
Acid rosolic	6,8—8,0	Galben-roșu	Soluție 0,1% în alcool 90%
Roșu crezol (*o*-crezol sulfonftaleină, sare sodiu)	7,2—8,8	Galben-roșu	Soluție 0,1% în apă
α-Naftolftaleină	7,3—8,7	Roz-verde	Soluție 0,1% în alcool 70%
α-Naftol sulfonftaleină	7,5—9,0	Galben-albastru	—
Oranj I (acid benzen-1-sulfonic 3-azo-1-naftol-1, sare de sodiu)	7,6—8,9	Galben-roz	—
Tropeolină 000 (acid α — naftol-azobenzen-*p*-sulfonic)	7,6—8,9	Galben-roz-roșu	Soluție 0,1% în apă
Roșu metacrezol	7,6—9,0	Galben-purpuriu	—
Tetrabrom fenolftaleină	8,0—9,0	Incolor-roșu	—
Albastru *p*-xilenol (domeniu bazic)	8,0—9,6	Galben-albastru	—
Albastru timol (domeniu bazic); timol-sulfonftaleină (sare de sodiu)	8,0—9,6	Galben-albastru	Soluție 0,1% în apă
Fenolftaleină	8,0—10,0	Incolor-roșu	Soluție 0,1% în alcool 70%
o-Crezolftaleină	8,2—9,8	Incolor-roșu	—
p-Xilenolftaleină	9,3—10,5	Incolor-albastru	—
Timolftaleină	9,3—10,6	Incolor-albastru	Soluție 0,1% în alcool 90%
Albastru alcali	9,4—14,0	Violet-roz	—
Albastru de Nil (sulfat de dietil-aminonaftofenazoxozoniu)	10,1—11,1	Albastru-roșu	Soluție 0,1% în apă
Galben alizarină (*p*-nitroanilin-azosalicilat de sodiu)	10,1—12,0	Galben-violet	Soluție 0,1% în apă

5.10.4.1 (continuare)

Indicatorul	Intervalul de virare pH	Culoarea (acid—bază)	Concentrația soluției de indicator
β-Naftol-violet	10,6—12,0	Oranj-violet	—
Tropeolină 0 (acid rezorcinazo-benzensulfonic)	11,0—13,0	Galben-oranj brun	Soluție 0,1% în apă
Nitramină (picrilmetil-nitramină)	11,0—13,0	Incolor-oranj brun	Soluție 0,1% în alcool 70%
Albastru Poirrier (sulfat de trifenil-rosanilină)	11,0—13,0	Albastru-violet roz	Soluție 0,1% în apă
Oranj G (acid benzen-azo-1-naftol-2-disulfonic -6,8, sare de sodiu)	11,6—14,0	Galben-roz	—
Acid trinitrobenzoic, sare	12,0—13,4	Incolor-oranj roșu	Soluție 0,1% în apă

5.10.4.2. Amestecuri de indicatori (indicatori micști)

Compoziția indicatorului	pH	Culoarea de viraj (acid—bază)	Observații
1 p. galben de metil 0,1% în alcool 1 p. albastru de metilen, 0,1% în alcool, se păstrează în sticle brune	3,25	Albastru violet-verde	La pH 3,4 încă verde La pH 3,2 albastru-violet, indicator foarte bun
1 p. hexametoxitrifenil carbinol 0,1 în alcool 1 p. verde de metil 0,1% în alcool	4,0	Albastru violet-verde	—
1 p. metil-oranj 0,1% în apă 1 p. indigo-carmin 0,25% în apă; se păstrează în sticle brune	4,1	Violet-verde	Indicator bun, în special pentru lumina artificială
1 p. metiloranj 0,1% în apă 1 p. albastru de anilină 0,1% în apă	4,3	Violet-verde	—
1 p. verde bromcrezol 0,1% în apă (sare de sodiu) 1 p. metil oranj 0,02% în apă	4,3	Oranj-albastru verde	La pH 3,5 galben La pH 4,05 galben-verzui La pH 4,3, verde slab
3 p. albastru bromcrezol 0,1% în alcool 1 p. roșu de metil 0,2 % în alcool	5,1	Roșu-verde	Viraj foarte net; indicator foarte bun

5.10.4.2 (continuare)

Compoziția indicatorului	pH	Culoarea de viraj (acid — bază)	Observații
1 p. roșu de metil 0,2% în alcool 1 p. albastru de metilen 0,1% în alcool; se păstrează în sticle brune	5,4	Roșu violet-verde	La pH 5,4 albastru murdar La pH 5,6 verde murdar La pH 5,2 roșu-violet
1 p. verde brom-crezol (sare de sodiu) 0,1% în apă 1 p. alizarin sulfonat de sodiu 0,1% în apă	5,6	Violet-galben verde	La pH 5,6 roșu brun, indicator foarte bun
1 p. roșu clor-fenol (sare de sodiu) 0,1% în apă 1 p. albastru de anilină 0,1% în apă	5,8	Verde-violet	La pH 5,8 violet slab
1 p. verde brom-crezol (sare de sodiu) 0,1% în apă 1 p. roșu clor-fenol (sare de sodiu) 0,1% în apă	6,1	Galben verzui-albastru violet	La pH 5,4, verde-albastru La pH 5,8 albastru La pH 6,0...6,2 albastru-violet
1 p. brom-crezol purpur (sare de sodiu) 0,1% în apă 1 p. albastru bromtimol (sare de sodiu) 0,1% în apă	6,7	Galben-violet albastru	La pH 6,2 galben-violet La pH 6,6 violet La pH 6,8 albastru-violet
2 p. albastru bromtimol (sare de sodiu) 0,1% în apă 1 p. azolitmin 0,1% în apă	6,9	Violet-albastru	—
1 p. roșu neutral 0,1% în alcool 1 p. albastru de metilen 0,1% în alcool; se păstrează în sticle brune	7,0	Violet albastru-verde	La pH 7,0 violet-albastru, indicator excelent
1 p. roșu neutral 0,1% în alcool 1 p. albastru bromtimol 0,1% în alcool	7,2	Roz-verde	La pH 7,4 verde murdar; la pH 7,2 roz deschis; la pH 7,0 roz clar
2 p. cianură 0,1% în alcool de 50% 1 p. roșu fenol 0,1% în alcool de 50%	7,3	Galben-violet	La pH 7,2 oranj; la pH 7,4 violet, culoarea slăbește în timp

Compoziția indicatorului	*p*H	Culoarea de viraj (acid – bază)	Observații
1 p. albastru bromtimol (sare de sodiu) 0,1% în apă 1 p. roșu fenol (sare de sodiu) 0,1% în apă	7,5	Galben-violet	La *p*H 7,2 verde murdar; la *p*H 7,4 violet palid; la *p*H 7,6 violet intens; indicator excelent
1 p. roșu crezol (sare de sodiu) 0,1% în apă 3 p. albastru timol (sare de sodiu) 0,1% în apă	8,3	Galben-violet	La *p*H 8,2 roz; la *p*H 8,4 violet net; indicator excelent
2 p. α-naftolftaleină 0,1% în alcool 1 p. roșu crezol 0,1% în alcool	8,3	Roz slab-violet	La *p*H 8,2 violet slab; la *p*H 8,4 violet puternic
1 p. α-naftolftaleină 0,1% în alcool 3 p. fenolftaleină 0,1% în alcool	8,9	Roz slab-violet	La *p*H 8,6 verde slab; la *p*H 9,0 violet clar
1 p. fenolftaleină 0,1% în alcool 2 p. verde de metil 0,1% în alcool	8,9	Verde-violet	La *p*H 8,8 albastru; la *p*H 9,0 violet
1 p. albastru-timol 0,1% în alcool 50% 3 p. fenolftaleină 0,1% în alcool 50%	9,0	Galben-violet	De la galben prin verde la violet, indicator foarte bun
2 p. fenolftaleină 0,1% în alcool 50% 1 p. α-naftolftaleină 0,1% în alcool de 50%	9,6	Roz slab-violet	De la verde la violet, indicator foarte bun
1 p. fenolftaleină 0,1% în alcool 1 p. timolftaleină 0,1% în alcool	9,9	Incolor-violet	La *p*H 9,6 roz; la *p*H 10,0 violet; viraj greu de observat
1 p. fenolftaleină 0,1% în alcool 2 p. albastru de Nil 0,2% în alcool	10,0	Albastru-roșu	La *p*H 10,0 violet; indicator foarte bun
2 p. timolftaleină 0,1% în alcool 1 p. galben de alizarină 0,1% în alcool	10,2	Galben-violet	Viraj net
2 p. albastru de Nil 0,2% în apă 1 p. galben de alizarină 0,1% în alcool	10,8	Verde-roșu brun	–

5.10.4.3. Indicatori de fluorescenţă

Indicatorul	*p*H-ul	Culoarea de fluorescenţă
4-Etoxi-acridonă	1,2—3,2	Verde — albastru
3,6-Tetrametil-diaminoxantonă	1,2—3,4	Verde — albastru
Esculin	1,5—2,0	Incolor — albastru
Acid salicilic	3,0	Incolor — albastru închis
Fluoresceină	4,0—4,5	Incolor — verde
Diclor-fluoresceină	4,0—6,0	Roz slab — verde
β-Metilesculină	4,0—6,2	Incolor — albastru
Resorufină	4,4—6,4	Incolor — oranj
Acridină	5,0	Verde — violet
Chinină	6,0	Albastru — violet deschis
Umbeliferonă	6,5—7,5	Incolor — albastru
4-Metilumbeliferonă	7,0	Incolor — albastru
Acridin — oranj	8,4—10,4	Incolor — galben verde
Acid 2- hidroxinaftalin-3,6-disulfonic	9,5	Albastru închis — albastru deschis
Chinină	9,5—10,0	Violet — incolor

5.10.4.4. Indicator redox (pentru măsurarea r_H -ului)

Indicatorul	Domeniul de viraj r_H	Schimbare de culoare oxidare⇄reducere	Potenţialul de oxidare E_0, în V, la *p*H 7 şi 20°C
Roşu neutral	2—4,5	Roşu — incolor	— 0,32
Safranină T	4—7,5	Roşu — incolor	— 0,29
Indigo disulfonat	8,5—10,5	Albastru — gălbui	— 0,11
Indigo trisulfonat	9,5—12,0	Albastru — gălbui	— 0,07
Albastru de metilen	13,5—15,5	Albastru — incolor	+ 0,01
Tionină	15 —17	Violet — incolor	+ 0,06
Albastru toluilen	16 —18	Albastru violet-incolor	+ 0,11
Timol-indofenol	17,5—20	Albastru[1])-incolor	+ 0,18
m-Crezol-indofenol	19 —21,5	Albastru[2]) — incolor	+ 0,21
2,6-Diclorfenol-indofenol	20 — 22,5	Albastru — incolor	+ 0,23
Acid difenilamino-sulfonic	27 —29	Violet — incolor	+ 0,83 în H_2SO_4 1 molar

---

[1]) peste *p*H 9 roşietic
[2]) peste *p*H 8,5 roşietic

5.10.4.5. Indicatori de adsorbție

Indicatorul	Utilizat la	Schimbarea culorii1)	Observații
De tip anionic			
Fluoresceină	Cl^-, Br^-, I^-, CNS^- cu Ag^+; $Fe(CN)_6^{-4}$ cu Ag^+	Verde gălbui → roz	Soluția trebuie să fie neutră sau slab bazică
Diclor-fluoresceină	Cl^-, Br^-, I^- cu Ag^+	Verde gălbui → roșu	Se utilizează pînă la *p*H 4
Tetrabrom-fluoresceină (eosină)	Br^-, CNS^-, I^-, I^- în prezență de Cl^- cu Ag^+	Oranj roșietic → violet roșietic	Cel mai bine în soluție de acid acetic; se utilizează pînă la *p*H 1
Diclor-tetraiod-fluoresceină (Rose Bengal)	I^- în prezență de Cl^- cu Ag^+	Roșu carmin → purpur	Exact, dacă se adaugă $(NH_4)_2CO_3$; preferabil eosinei pentru această titrare
Brillant Orseille C	Cl^- cu Ag^+; Br^-, I^-, I^- în prezență de Cl^-, cu Ag^+ Ag^+ cu Br^-	Roșu → verde albastru Roz → verde cenușiu Verde → roz	Aplicabil în soluție de acid acetic pentru titrarea Cl^-, în HNO_3 0,02 M pentru titrarea Ag^+. Exact pentru I^- în prezență de Cl^-
Chromotrop F 4 B	Br^- cu Ag^+ I^-, I^- în prezență de Cl^- cu Ag^+	Roz → cenușiu roz Roz → cenușiu verzui	Aplicabil în soluție de acid acetic pentru titrarea Br^-, în HNO_3 0,01 M pentru titrarea I^-. Exact pentru I^- în prezența Cl^-
Tartrazină	Ag^+ cu I^- sau CNS^-; $I^- + Cl^-$ cu exces de Ag^+, retitrare cu I^-	Culoarea soluției se schimbă de la incolor la verde	Schimbarea foarte netă de culoare la reținerea $I^- + Cl^-$
Albastru brom-fenol	Cl^- cu Ag^+ $I^- + Cl^-$ cu Ag Hg_2^{2+} cu Cl^- sau Br^-	Galben → verde albastru Galben → verzui Precipitat violet → soluție galbenă	Cel mai bun pentru soluții de cloruri de alcaloizi în soluții de acid acetic. Titrarea $I^- + Cl^-$ decurge mai bine în prezența dextrinei
Alizarin sulfonat de sodiu (roșu de alizarină)	CNS^- cu Ag^+ $Fe(CN)_6^{4-}$, MoO_4^{2-} cu Pb^{2+}	Galben → roșu Galben → roșu	—

---

1) Culoarea se schimbă cînd indicatorul trece din soluție în precipitat; contrar se specifică.

5.10.4.5 (continuare)

Indicatorul	Utilizat la	Schimbarea culorii	Observaţii
		De tip cationic	
Albastru difenil-amina	Cl^-, Br^- cu Ag^+	Precipitat verde → soluţie violetă	Aplicabil în H_2SO_4 0,25–2,5 M
Rodamină 6 G	Ag^+ cu Br^-	Roz gălbui → violet roşcat	Cel mai bine în HNO_3 (pînă la 0,3 N)
Fenosafranină	Cl^-, Br^- cu Ag^+ Ag^+ cu Br^-	Precipitat roşu → precipitat albastru Precipitat albastru → precipitat roşu	Schimbare de culoare netă reversibilă la precipitat, dar numai dacă este prezent HNO_3 (pînă la 0,2 M). Nu este influenţat de ioni străini
p-Etoxicrisoidină	I^-, CNS^- cu Ag^+ Ag^+ cu I^-	Precipitat roşu → precipitat galben Precipitat galben → precipitat roşu	La *p*H 4–5 mecanismul schimbării de culoare este diferit de cel de mai sus; este, de asemenea, indicator acid-bază redox şi indicator reversibil pentru Br_2

5.11. SOLUŢII STANDARD PENTRU *p*H. CONCENTRAŢIILE IONILOR DE HIDROGEN LA TITRAREA ACID-BAZĂ

5.11.1. Scara internaţională de *p*H la 25°C (v. şi vol. II)

Soluţia	*p*H-ul la 25°C
0,03 M hidrogen tartrat de potasiu	3,57
0,034 M (la 25°C) „ „ soluţie saturată	3,57 ± 0,2
0,05 M hidrogenftalat de potasiu	4,01
0,015 M hidrogenbenzoat de potasiu	4,16
0,033 M hidrogenfenilacetat de potasiu	4,24
0,05 M borat de sodiu	9,18

5.11.2. Soluţii standard pentru scara *p*D, în apa grea

Tabelul următor conţine datele necesare preparării soluţiilor standard pentru scara *p*D–corespunzătoare *p*H–(se va folosi apa grea cu minim 99,5% D_2O şi săruri obişnuite de înaltă puritate). Schimbul izotopic modifică valoarea *p*D cu maximum 0,001 unităţi. Pentru soluţiile cu fosfat şi carbonat, se va folosi apă grea din care a fost eliminat CO_2 cu azot sau cu aer purificat.

Soluția standard	Sarea	Concentrația (molalitate)	Masa corectată (vid) g sare/gD_2O
Citrat	$KH_2C_6H_5O_7$	0,05	0,01151
Fosfat	KH_2PO_4	0,025	0,003402
	Na_2HPO_4	0,025	0,003549
Carbonat	$NaHCO_3$	0,025	0,002100
	Na_2CO_3	0,025	0,002650

Tabelul următor conține valorile $pD(S)$ $(=pa_D)$ ale soluțiilor standard în apa grea la diferite temperaturi.

Temperatura °C	Soluțiile standard		
	KD_2 citrat 0,05 mol kg^{-1}	KD_2PO_4 0,025 mol kg^{-1} Na_2DPO_4 0,025 mol kg^{-1}	$NaDCO_3$ 0,025 mol kg^{-1} Na_2CO_3 0,025 mol kg^{-1}
5	4,378	7,539	10,998
10	4,352	7,504	10,924
15	4,329	7,475	10,855
20	4,310	7,449	10,793
25	4,293	7,428	10,736
30	4,279	7,411	10,685
35	4,268	7,397	10,638
40	4,260	7,387	10,597
45	4,253	7,381	10,560
50	4,250	7,377	10,527

Valoarea $pa_D = pD(S)$ în funcție de temperatură este dată de ecuația:

$$pa_D = \frac{A}{T} + B + CT$$

ai cărei coeficienți sînt dați mai jos:

Soluția	A	B	C
Citrat	1 514,219	−4,9579	0,0139933
Fosfat	2 094,308	−5,4744	0,0197152
Carbonat	2 808,841	−4,8813	0,0207834

În general se poate utiliza ecuația:

$$pD = pH + 0,4.$$

5.11.3. Transformarea $pX - X$

Scara de transformare din fig. 5.3 permite o deteminare rapidă a valorilor pH din valorile concentrațiilor ionilor de hidrogen (H^+) și invers; în general scara de transformare se poate aplica la determinarea rapidă a perechii $pX-X$, de exemplu $pK - K$, în care p reprezintă cologaritmul zecimal (v. cap. 1 și cap. 2).

Exemplu. Pentru a determina valoarea concentrației (H^+) cunoscînd $pH = 6,8$ se stabilește pe prima scară a pentru numărul întreg 6 exponentul lui 10 pe scara (d) egal cu -7 și pentru partea zecimală 0,8 (pe scara b), pe scara logaritmică (c), valoarea coeficientului 1,59. Deci $pH = 6,8$ corespunde la $(H^+) = 1,59 \cdot 10^{-7}$ ion - g H^+/l.

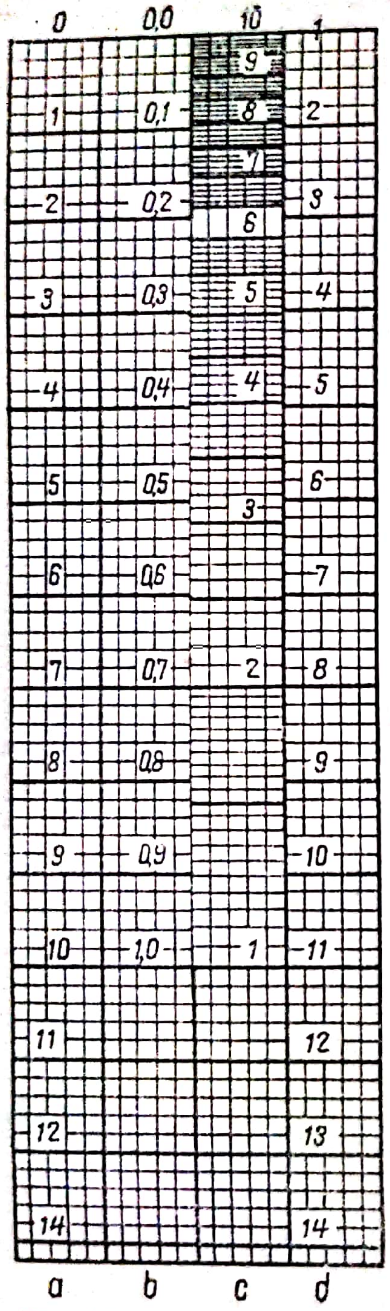


Fig 5.3.

5.11.4. Concentrațiile ionilor de hidrogen aproape de punctul de echivalență în titrările acizilor slabi cu baze tari

Constanta de ionizare K_A	Titrarea unei soluții 1 N			Titrarea unei soluții 0,1N			Titrarea unei soluții 0,01 N		
	pH (la 0,2% înainte de pT)	pH mediu (pT) al domeniului de viraj	pH (la 0,2% după pT)	pH (la 0,2% înainte de pT)	pH mediu (pT) al domeniului de viraj	pH (la 0,2% după pT)	pH (la 0,2% înainte de pT)	pH mediu (pT) al domeniului de viraj	pH (la 0,2% după pT)
10^{-3}	5,5	8,3	11,0	5,6	7,8	10,0	5,70	7,35	9,0
10^{-4}	6,5	8,8	11,0	6,6	8,3	10,0	6,70	7,85	9,0
10^{-5}	7,5	9,3	11,0	7,6	8,8	10,0	7,70	8,35	9,0
10^{-6}	8,5	9,8	11,0	8,6	9,3	10,0	8,57	8,85	9,14
10^{-7}	9,5	10,3	11,0	9,56	9,8	10,13	9,25	9,35	9,46
10^{-8}	10,44	10,8	11,1	10,21	10,3	10,42	9,83	9,85	9,87
10^{-9}	11,16	11,3	11,39	10,78	10,8	10,82	10,35	10,35	10,35
10^{-10}	11,76	11,8	11,85	—	—	—	—	—	—

5.11.5. Concentrațiile ionilor de hidrogen aproape de punctul de echivalență în titrările bazelor slabe cu acizi tari

Constanta de ionizare K_b	Titrarea unei soluții 1 N			Titrarea unei soluții 0,1 N			Titrarea unei soluții 0,01 N		
	*p*H(0,2% înainte de *p*T)	*p*T	*p*H(0,2% după *p*T)	*p*H(0,2% înainte de *p*T)	*p*T	*p*H(0,2% după *p*T)	*p*H(0,2% înainte de *p*T)	*p*T	*p*H(0,2% după *p*T)
10^{-3}	8,5	5,7	3,0	8,4	6,2	4,0	8,3	6,65	5,0
10^{-4}	7,5	5,2	3,0	7,4	5,7	4,0	7,3	6,15	5,0
10^{-5}	6,5	4,7	3,0	6,4	5,2	4,0	6,3	5,65	5,0
10^{-6}	5,5	4,2	3,0	5,4	4,7	4,0	5,43	5,15	4,86
10^{-7}	4,5	3,7	3,0	4,44	4,2	3,87	4,75	4,65	4,54
10^{-8}	3,56	3,2	2,9	3,79	3,7	3,58	4,17	4,15	4,13
10^{-9}	2,84	2,7	2,55	3,22	3,2	3,18	3,65	3,65	3,65
10^{-10}	2,26	2,2	2,15	—	—	—	—	—	—

5.12. DENSITATEA AERULUI USCAT LA DIFERITE TEMPERATURI ȘI PRESIUNI

Tabelul conține valorile densității aerului uscat, în g/ml, pentru presiunea în mm Hg la 0°C și $g_n = 980{,}665\ \mathrm{cm \cdot s^{-2}}$ la diferite temperaturi.

Aceste valori sînt calculate cu ajutorul ecuației:

$$\rho = \frac{0{,}001293}{1 + 0{,}00367\, t} \cdot \frac{p}{760} \quad [\mathrm{g/ml}]$$

în care 0,001293 g/ml corespunde la densitatea medie a aerului la 0°C și $p = 760$ mm Hg.

Pentru aerul umed se poate folosi ecuația:

$$\rho_u = \rho_a \frac{(p - 0{,}378\ p^\circ)}{p}$$

în care ρ_a este densitatea aerului uscat în aceleași condiții (t, p), iar p° este presiunea de vapori în aer a apei (v. vol. III).

Temperatura °C	Densitatea aerului uscat, în g/ml, la presiunea, în mm Hg							
	710	720	730	740	750	760	770	780
0	0,001 280	0,001 225	0,001 242	0,001 259	0,001 276	0,001 293	0,001 310	0,001 327
2	0,001 199	0,001 216	0,001 233	0,001 250	0,001 267	0,001 284	0,001 300	0,001 317
4	0,001 190	0,001 207	0,001 224	0,001 241	0,001 258	0,001 274	0,001 291	0,001 308
6	0,001 182	0,001 199	0,001 215	0,001 232	0,001 248	0,001 265	0,001 282	0,001 298
8	0,001 173	0,001 190	0,001 207	0,001 223	0,001 240	0,001 256	0,001 273	0,001 289
10	0,001 165	0,001 182	0,001 198	0,001 214	0,001 231	0,001 247	0,001 264	0,001 280
12	0,001 157	0,001 173	0,001 190	0,001 206	0,001 222	0,001 238	0,001 255	0,001 271
14	0,001 149	0,001 165	0,001 181	0,001 197	0,001 214	0,001 230	0,001 246	0,001 262
16	0,001 141	0,001 157	0,001 173	0,001 189	0,001 205	0,001 221	0,001 237	0,001 253
18	0,001 133	0,001 149	0,001 165	0,001 181	0,001 197	0,001 213	0,001 229	0,001 245
20	0,001 125	0,001 141	0,001 157	0,001 173	0,001 189	0,001 205	0,001 220	0,001 236
22	0,001 118	0,001 133	0,001 149	0,001 165	0,001 181	0,001 196	0,001 212	0,001 228
24	0,001 110	0,001 126	0,001 141	0,001 157	0,001 173	0,001 188	0,001 204	0,001 220
26	0,001 103	0,001 118	0,001 134	0,001 149	0,001 165	0,001 180	0,001 196	0,001 211
28	0,001 095	0,001 111	0,001 126	0,001 142	0,001 157	0,001 173	0,001 188	0,001 203
30	0,001 088	0,001 103	0,001 119	0,001 134	0,001 149	0,001 165	0,001 180	0,001 195

5.13. DENSITATEA MERCURULUI

Tabelul conține valorile densității mercurului, în g/ml, la diferite temperaturi. Densitatea la temperatura t este dată de ecuația:

$$\rho_t = \rho_0(1 + 181{,}456 \cdot 10^{-6}\, t + 9{,}205 \cdot 10^{-9}\, t^2 + 6{,}608 \cdot 10^{-12}\, t^3 + 67{,}320 \cdot 10^{-15}\, t^4)^{-1}\ [\mathrm{g/ml}]$$

Temperatura °C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
−20	13,6450	13,6400	13,6351	13,6301	13,6252	13,6202	13,6153	13,6103	13,6054	13,6004
0	13,5955	13,5906	13,5856	13,5807	13,5758	13,5709	13,5659	13,5610	13,5561	13,5512
20	13,5463	13,5414	13,5365	13,5316	13,5267	13,5218	13,5169	13,5120	13,5071	13,5022
40	13,4973	13,4924	13,4876	13,4827	13,4778	13,4729	13,4681	13,4632	13,4583	13,4535
60	13,4486	13,4437	13,4389	13,4340	13,4292	13,4243	13,4195	13,4146	13,4098	13,4050
80	13,4001	13,3953	13,3904	13,3856	13,3808	13,3759	13,3711	13,3663	13,3615	13,3566

Temperatura C°	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
100	13,3518	13,304	13,256	13,208	13,160	13,113	13,065	13,018	12,970	12,922
300	12,875	12,827	12,779	12,730	—	—	—	—	—	—

5.14. DENSITATEA APEI

Tabelul conține valorile densității apei pure, fără aer, la presiunea de 1 atm și diferite temperaturi.

Temperatura t_{max}, în °C, a densității maxime la diferite presiuni (atm) este dată de ecuația:

$$t_{max} = 3{,}98 - 0{,}0225\ (p-1)$$

Temperatura °C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0	0,99987	0,99997	1,00000	0,99997	0,99988	0,99973	0,99953	0,99927	0,99897	0,99862
20	0,99823	0,99780	0,99733	0,99681	0,99626	0,99568	0,99506	0,99440	0,99372	0,99300
40	0,99225	0,99147	0,9907	0,9898	0,9890	0,9881	0,9872	0,9862	0,9853	0,9843
60	0,9832	0,9822	0,9811	0,9801	0,9789	0,9778	0,9767	0,9755	0,9743	0,9731
80	0,9718	0,9706	0,9693	0,9680	0,9667	0,9653	0,9640	0,9626	0,9612	0,9598
100	0,9584									

5.15. FORŢA ELECTROMOTOARE A ELEMENTULUI STANDARD WESTON

Elementul Weston are electrodul pozitiv de mercur, electrodul negativ de amalgam de cadmiu (10% Cd) acoperit cu o pastă de sulfat de mercur (II) şi sulfat de cadmiu şi ca electrolit:

— pentru elementele saturate soluţie saturată de $CdSO_4 \cdot \frac{8}{3} H_2O$;

— pentru elementele nesaturate soluţie saturată la 4°C.

Elementele saturate au un coeficient de temperatură:

$$\frac{dE}{dT} = -\frac{40\ \mu V}{°C}$$

iar elementele nesaturate au un coeficient neglijabil la temperatura camerei.

Soluţia din elementele saturate acide corespunde la $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 iar f.e.m. este cu 60 μV mai mică decît f.e.m. a elementelor neutre.

Elementul Weston păstrat în condiţii corespunzătoare poate fi utilizat ca standard timp de 10—20 ani cu abateri de circa 1μV/ an. Tabelul următor conţine valorile f.e.m. a pilelor Weston saturate în soluţie de acid sulfuric (v. şi vol. III).

Temperatura, °C	f.e.m., V	Temperatura, °C	[f.e.m., V
0	1,01893	25	1,01837
5	1,01894	30	1,01811
10	1,01888	35	1,01781
15	1,01876	40	1,01746
20	1,01858		

5.16. SCARA MOHS (EMPIRICĂ) PENTRU DURITATEA MINERALELOR

Duritatea	Mineralul	Duritatea	Mineralul	Duritatea	Mineralul
1	Talc	5	Apatit	9	Corindon
2	Clorură de sodiu	6	Feldspat	10	Diamant
3	Calcit	7	Cuarţ	~2,5	Unghia
4	Fluorină	8	Topaz	~6,5	Lama cuţitului

Observaţie. Fiecare mineral zgîrie mineralele cu un grad Mohs inferior.

5.17. SITE STANDARD DE SORTARE GRANULOMETRICĂ

Tabelul conține datele comparative ale seriilor standard de site pentru sortarea granulometrică: standard Tyler, standard N.B. S. U. A., standard englez, standard I.M.M. și DIN (german).

Seria Tyler are ca bază sita 200 mesh (ochiuri) cu deschiderea de 0,0029 in sau 0,074 mm. Raportul între două deschideri succesive corespunde la $\sqrt{2}$; pentru o limitare și mai severă a intervalului a fost introdusă și seria intermediară cu raportul $\sqrt[4]{2}$.

Seria standard S.U.A., se bazează pe sita de 18 mesh cu deschiderea de 1mm; raportul între două deschideri succesive este $\sqrt[4]{2}$.

Seria standard britanică corespunde la raportul între deschiderile succesive de aproximativ $\sqrt[4]{2}$.

În seria standard I.M.M. diametrul firelor este egal cu deschiderea; deschiderea măsurată, în in, corespunde la 1/număr de mesh.

În coloana DIN s-a utilizat notația veche. În țara noastră, sitele sînt standardizate prin STAS 1077-67, conform sistemului internațional și apropiat de DIN; notația sitei corespunde dimensiunii ochiului, în mm (de exemplu sita 08 are ochiuri de 0,8 mm).

În fig. 5.4 sînt reprezentate schematic domeniile de utilizare a diferitelor metode cunoscute pentru separarea și determinarea dimensiunilor particulelor.

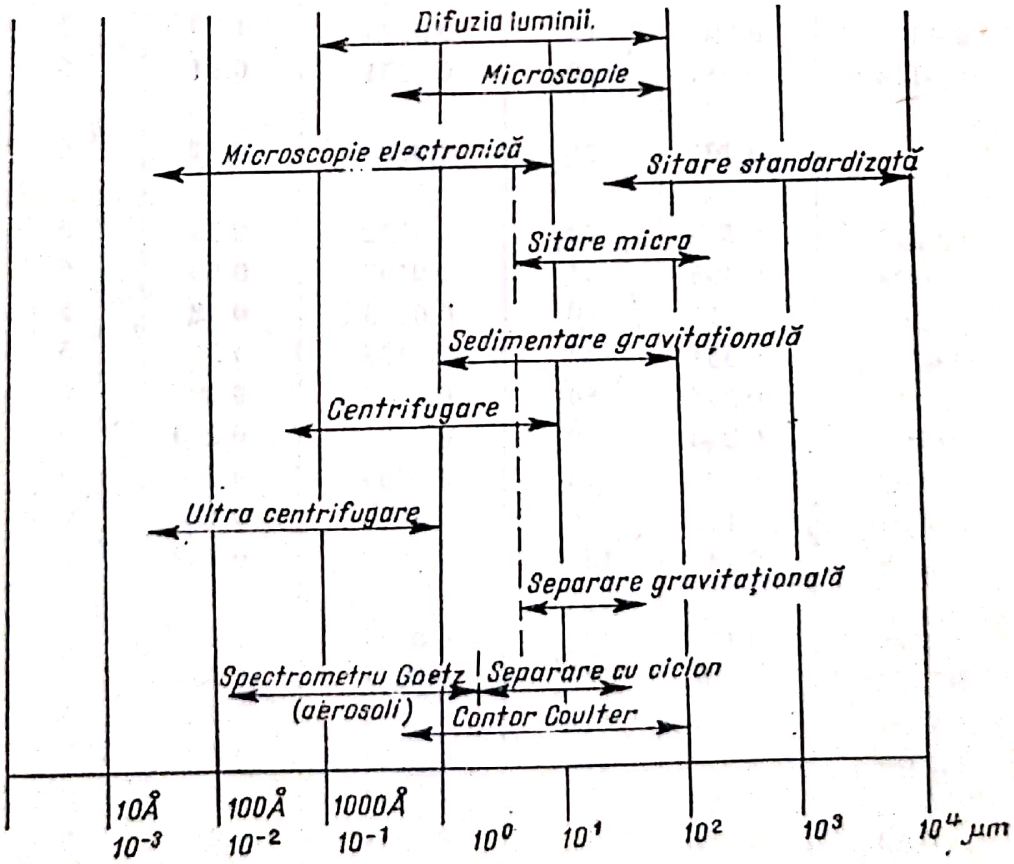

Difuzia luminii.
Microscopie
Microscopie electronică
Sitare standardizată
Sitare micro
Sedimentare gravitațională
Centrifugare
Ultra centrifugare
Separare gravitațională
Spectrometru Goetz
(aerosoli)
Separare cu ciclon
Contor Coulter
10Å
10^{-3}
100Å
10^{-2}
1000Å
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
10^{4} μm

Fig. 5.4

Standard Tyler			Standard S.U.A.				
Deschidere			Deschidere			Toleranță	
mesh	in	mm	mesh	in	mm	%	mesh
2 1/2	0,312	7,925	2 1/2	0,315	8,00	3	
3	0,263	6,680	3	0,265	6,73	3	
3 1/2	0,221	5,613	3 1/2	0,223	5,66	3	
4	0,185	4,699	4	0,187	4,76	3	
5	0,156	3,962	5	0,157	4,00	3	
6	0,131	3,327	6	0,132	3,36	3	5
7	0,110	2,794	7	0,111	2,83	3	6
8	0,093	2,362	8	0,0937	2,38	3	7
9	0,078	1,981	10	0,0787	2,00	3	8
10	0,065	1,651	12	0,0661	1,68	3	10
12	0,055	1,397	14	0,0555	1,41	3	12
14	0,046	1,168	16	0,0469	1,19	3	14
16	0,039	0,991	18	0,0394	1,00	3	16
20	0,0328	0,833	20	0,0331	0,84	5	18
24	0,0276	0,701	25	0,0280	0,71	5	22
28	0,0232	0,589	30	0,0232	0,59	5	25
32	0,0195	0,495	35	0,0197	0,50	5	30
35	0,0164	0,417	40	0,0165	0,42	5	36
42	0,0138	0,351	45	0,0138	0,35	5	44
48	0,0116	0,295	50	0,0117	0,297	6	52
60	0,0097	0,246	60	0,0098	0,250	6	60
65	0,0082	0,208	70	0,0083	0,210	6	72
80	0,0069	0,175	80	0,0070	0,177	6	85
100	0,0058	0,147	100	0,0059	0,149	6	100
	0,0049	0,124	120	0,0049	0,125	6	120
150	0,0041	0,104	140	0,0041	0,105	8	150
	0,0035	0,088	170	0,0035	0,088	8	170
200	0,0029	0,074	200	0,0029	0,074	8	200
	0,0024	0,061	230	0,0024	0,062	8	240
270	0,0021	0,053	270	0,0021	0,053	8	300
	0,0017	0,043	325	0,0017	0,044	8	
400	0,0015	0,037					

5.17

Standard englez			Standard I.M.M.			DIN		
Deschidere		Toleranță	Deschidere			Deschidere		
in	mm	%	mesh	in	mm	număr	ochiuri/cm²	mm
						1	1	6,00
0,1320	3,34	3				2	4	3,000
0,1107	2,81	3						
0,0949	2,41	3	5	0,100	2,54	2 1/2	6,5	2,400
0,0810	2,05	3				3	9	2,000
0,0660	1,67	3	8	0,062	1,574	4	16	1,500
0,0553	1,40	3						
			10	0,050	1,270			
0,0474	1,20	3				5	25	1,200
			12	0,0416	1,056			
0,0395	1,00	3				6	36	1,020
0,0336	0,85	5						
			16	0,0312	0,792	8	64	0,750
0,0275	0,70	5						
			20	0,025	0,635			
0,0236	0,60	5				10	100	0,600
0,0197	0,50	5	25	0,020	0,508	12	144	0,490
0,0166	0,421	5	30	0,0166	0,421	14	196	0,430
0,0139	0,353	5	35	0,0142	0,361	16	256	0,385
0,0116	0,295	6	40	0,0125	0,317	20	400	0,300
0,0099	0,252	6	50	0,01	0,254	24	574	0,250
0,0083	0,211	6	60	0,0083	0,211	30	900	0,200
0,0070	0,177	6	70	0,0071	0,180			
0,0060	0,152	6	80	0,0062	0,157	40	1600	0,158
			90	0,0055	0,139			
0,0049	0,125	6	100	0,0050	0,127	50	2500	0,120
0,0041	0,105	8	120	0,0042	0,107	60	3000	0,102
0,0035	0,088	8	150	0,0033	0,084	70	4900	0,088
0,0030	0,076	8				80	6400	0,075
0,0026	0,065	8	200	0,0025	0,063	100	10000	0,060
0,0021	0,053	8						

5.18. DIZOLVANȚI ORGANICI

5.18.1. Caracteristicile dizolvanților organici

Dizolvantul	Punctul de fierbere °C	$d_{4^\circ}^{20^\circ}$	$n_D^{20^\circ}$	Punctul de inflamabilitate °C	Conc. maximă admisibilă în atmosferă cm^3/m^3	Anhidrizare
Acid acetic	118	1,049	1,372	+40	25	Cristalizare P_2O_5; Mg $(ClO_4)_2$; $CuSO_4$
Anhidridă acetică	136	1,082	1,390	+49	5	$CaCl_2$
Acetat de *n*-butil	126	0,882	1,394	+33	200	$MgSO_4$
Acetat de etil	77	0,901	1,372	− 4	400	K_2CO_3; P_2O_5
Acetat de metil	57	0,933	1,362	−10	200	K_2CO_3: CaO
Acetonă	56	0,791	1,359	−18	1000	$CaCl_2$; K_2CO_3; SM3A
Acetonitril	82	0,782	1,344	+ 6	40	$CaCl_2$; P_2O_5; SM3A
Anilină	184	1,022	1,586	+76	5	KOH; BaO
Anisol	154	0,995	1,518	+51	—	$CaCl_2$; distilare; Na
Benzen	80	0,879	1,501	−10	25	distilare; $CaCl_2$; Na; SM4A
Butanol-(1)	118	0,810	1,399	+29	100	K_2CO_3; distilare
Butanol-(2)	100	0,808	1,398	+24	100	K_2CO_3; distilare
terț-Butanol	82	0,786	1,384	+11,1	100	CaO; cristalizare
Izobutanol	108	0,803	1,396	28—29	—	K_2CO_3; CaO; Mg; Ca
Carbonat de etil	126	0,975	1,385	—	—	K_2CO_3; Na_2SO_4
Ciclohexan	81	0,779	1,426	−17	400	Na; SM4A
Clorbenzen	132	1,106	1,525	+29,5	75	$CaCl_2$; distilare P_2O_5
Cloroform	61	1,480	1,448	neinflamb.	50	$CaCl_2$; P_2O_5; SM4A
Decahidronaftalină-decalină (amestec)	189—191	0,886	1,48	57—58	100	$CaCl_2$; Na
Diclormetan-clorura de metilen	40	1,325	1,424	neinflamb.	500	$CaCl_2$; SM4A
Dietilenglicol-eter dietilic	189	0,906	1,412	+82,5	—	$CaCl_2$; Na
Dietilenglicol eter dibutilic	250	0,885	1,423	—	—	$CaCl_2$; Na
Dietlienglicol eter dimetilic	162	0,945	1,407	+70	—	$CaCl_2$; Na
Di-izopropileter	68	0,726	1,368	−23	500	$CaCl_2$; Na; SM4A
Dimetilformamidă	153	0,950	1,430	+62	20	distilare; SM4a

Dizolvantul	Punctul de fierbere C	d_4^{20}	$n_D^{20°}$	Punctul de inflamabilitate °C	Conc. maximă admisibilă în atmosferă cm³/m³	Anhidrizare
Dimetilsulfoxid	189	1,101	1,479	+95	—	distlilare
Dioxan	101	1,034	1,422	+11,8	100	$CaCl_2$; Na; SM4A
Etanol (alcool etilic)	78	0,791	1,361	+12	1000	CaO; Mg; SM3A
Etilenglicol	197	1,109	1,432	+111	—	distilare; Na_2SO_4
Etilenglicol (eter monoetilic)	135	0,930	1,408	+41	200	distilare
Etilenglicol eter monometilic	124	0,965	1,402	+52	25	distilare
Etilmetil-cetonă (MEC)	80	0,806	1,380	−4,4	200	K_2CO_3; $CaCl_2$
Eter etilic	35	0,714	1,353	−40	400	$CaCl_2$; Na; SM4A
Formamida	106/ 15 mm	1,134	1,445	—	—	Na_2SO_4; CaO
Formiat de etil	54	0,924	1,360	−19,5	100	$CaCl_2$
Glicerina	290	1,260	1,475	+176	—	distilare
n-Hexan	69	0,659	1,375	−23	500	Na
Metanol (alcool metilic)	65	0,792	1,329	+11	200	$CaCl_2$; Mg; CaO SM3A
Metilizobutil-cetonă	117	0,801	1,396	+15,5	100	$CaCl_2$; K_2CO_3
Nitrobenzen	211	1,204	1,556	+92	1	$CaCl_2$; P_2O_5; distilare
n-Pentan	36	0,626	1,358	−49	1000	Na
Piridina (Py)	115	0,982	1,510	+20	5	KOH; BaO; SM4A
Propanol-(1)	97	0,804	1,385	+15	200	CaO; Mg
Propanol-(2) alcool izopropil	82	0,785	1,378	+12	400	CaO; Mg; SM3A
Sulfura de carbon	46	1,263	1,626	−30	20	$CaCl_2$; P_2O_5.
Tetraclorura de carbon	77	1,594	1,466	neinfl.	10	distilare; SM4A
Tetrahidrofuran	66	0,887	1,407	−17,5	200	KOH; Na; SM4A
Tetrahidronaftalina (tetralină)	207	0,973	1,546	+78	<100	$CaCl_2$; Na
Toluen	111	0,867	1,497	+ 4	200	distilare; Na; $CaCl_2$; SM4a
Tricloretilenă	87	1,462	1,478	neinfl.	100	distilare Na_2SO_4; K_2CO_3
Xileni (amestec)	137—140	~0,86	~1,50	+27	200	distilare Na; $CaCl_2$; SM4A

5.18.2. Miscibilitatea unor dizolvanţi la temperatura camerei

Dizolvantul	Derivaţi hidroxilici													
	Metanol	Etanol absolut	Izopropanol	*n*-Butanol	Alcool izoamilic	Hexanol	Ciclohexanol	Alcool benzilic	Alcool tetrahidrofurfurilic	Etilenglicol	Dietilenglicol	1,4-Butandiol	Glicerină	Fenol
Benzină 150—200°C	n							n	n	n	n	n	n	n
n-Hexan	n							n	n	n	n	n	n	n
Ciclohexan	mp									n	n	n	n	
Decalina	n									n	n	n	n	
Benzen										n	n	n	n	
Toluen										n	n	n	n	
m-Xilen										n	n	n	n	
Tetralina										n	n	n	n	
Clorbenzen										n	mp	n	n	
Clorură de metilen										n		n	n	
Cloroform										n			n	
Tetraclorură de carbon										n	n	n	n	
Tricloretilenă										n		n	n	
Tetracloretan										n			n	
Sulfură de carbon	mp									n	n	n	n	
Eter etilic										n	n	n	n	
Eter izopropilic										n	n	n	n	
Eter - *n* - butilic										n	n	n	n	
Eterul monometilic al glicolului														
Dioxan														
Tetrahidrofuran														
Anisol										n		n	n	
Hexahidroanisol										n	n	n	n	
Metilal													n	
Nitril benzilic										n		n	n	
Dietil carbonat										n		n	n	
Acetat de etil										n			n	
Acetat de butil										mp		n	n	
γ - Butirlactona													n	
Metilizobutilcetona										n		n	n	
Ciclohexanona													n	
Acetofenona										n			n	
Nitrobenzen										n		n	n	
Etilenglicol														
Glicerina						n	n	n						
Formamida						n								
Nitrometan						mp	n			n		n	n	
Apa				n	n	n	n	n						

mp — parţial miscibil

n — practic nemiscibil

Derivații carbonilici și carboxilici						Derivații cu azot												
Acetonă	Benzaldehidă	Furfurol	Acid formic	Acid acetic	Diaceton-alcool	Anilină	Piridină	Piperidină	Chinolină	Formamidă	Dimetil-formamidă	Acetonitril	Nitrometan	Cianură de benzil	N-Metil-pirolidină	Dimetilsulfoxid	Tetrametilen-sulfină	Apă
		n	n			n				n	n	n	n	n	n	n	n	n
		n	n			n				n	n	n	n	n	n	n	n	n
		n	n			n				n	n	n	n	n	n	n	n	
		n	n	n	n	n				n	n	n	n	n		n	n	n
			n							n								n
			n							n								n
			n							n								n
			n							n								n
			n							n								n
										n								n
										n								n
			n							n								n
			n							n								n
										n								n
			n							n		n	n			n	n	n
										n						mp	n	n
										n						n	n	n
										n			mp			n	n	n
										n								n
										n								n
															n			
										n								n
																		n
										n								n
										n								n
										mp								n
																		n
										n								n
										n								n
	n												n	n				
n	n	n			n							n	n	n			n	
	mp																	
																		n
	n	n				n			n				n	n	n			

Observație. În general dizolvanții trecuți în rînduri orizontale și respectiv coloane sînt miscibili între ei cu excepția: n-hexanului, monometil-eterul glicolului, γ-butirlactonei, etilenglicolului, glicerinei, formamidei, nitrometanului și a apei.

Trebuie să se rețină că: tetrametilensulfona nu se amestecă cu benzina, cu hexanolul; monometil eterul glicolului cu benzina, n-hexanul, ciclohexanul și decalina; γ-butirlactona cu benzina, n-hexanul, ciclohexanul, decalina, sulfura de carbon, eterul izopropilic și eterul n-butilic.

5.19. CARACTERISTICILE PLĂCILOR FILTRANTE (POROASE, FRITE) DE STICLĂ

Tabelele 5.19 conțin caracteristicile de utilizare (porozitate, curgere, domeniu de aplicare) ale plăcilor filtrante de sticlă Schott & Gen, Solidex (Sovirel) și Sial (Bohemia).

Masa constantă a pîlniilor sau creuzetelor cu plăci filtrante se obține prin încălzire la 110°C; după încălzire la temperaturi superioare, pînă la limita admisibilă de aproximativ 500°C (de exemplu pentru îndepărtarea substanțelor organice) plăcile trebuie răcite încet, pînă la 100°C, pentru a evita formarea tensiunilor în sticlă. Se vor evita șocuri termice și mecanice și spălări alternate cu acizi și baze care conduc la o mărire a porozității. Pentru spălarea pîlniilor și creuzetelor filtrante (în general pentru vasele de sticlă) se recomandă agenții indicați în tabelul 5.19.3, după o prealabilă spălare mecanică cu apă. Se poate folosi și amestecul cromic.

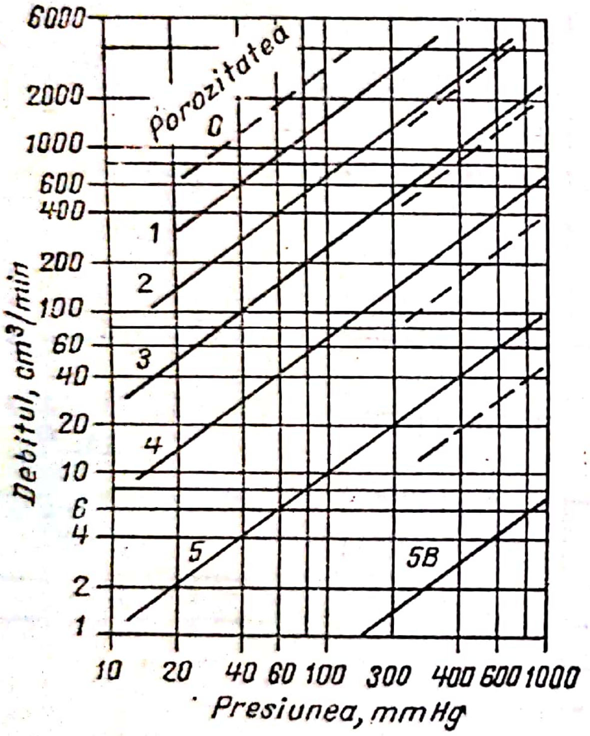


Fig. 5.5

Pentru presiuni mai mari de o atmosferă sau pentru vid se vor utiliza plăci filtrante cu profil concav respectiv convex, pentru o rezistență mecanică mai mare. Filtrarea mercurului se va face cu atenție prin plăci groase.

Diagramele date în continuare permit calculele obținute în operațiile de filtrare în vase cu plăci poroase.

Figura 5.5 permite calculul diametrului unei pîlnii cu anumită porozitate pentru obținerea unui anumit debit de soluție apoasă sub o anumită diferență de presiune: dreptele continue se referă la apă fără aer, iar dreptele întrerupte la apă cu aer.

De exemplu, pentru calculul diametrului plăcii filtrante de porozitate 4, care permite curgerea la 150 cm³/min la o diferență de presiune de 100 mmHg, diagrama indică un debit de 70 cm³/min, ceea ce corespunde la un coeficient de curgere necesar de:

$$\frac{150 \text{ cm}^3/\text{min}}{70 \text{ cm}^3/\text{min}} = 2{,}14$$

Din tabelul 5.19.4 al coeficienților de curgere se găsește că diametrul de 65 mm cu coeficientul de 2,5 (mai mare decît 2,14) asigură filtrarea în condiții cerute.

Pentru alte lichide, în afara apei, se va ține seama de raportul de viscozitate observînd că apa la 25°C are o viscozitate de 0,00896 P (v. vol. III); astfel, pentru benzen cu o viscozitate de 0,0061 P, debitul va fi aproximativ 1,5 ori mai mare decît valoarea indicată în fig. 5.5.

Pentru aerul uscat se folosește diagrama din fig. 5.6, iar pentru aerul umed diagrama din fig. 5.7, care permite calculele curente în filtrarea prin plăci poroase.

Considerînd de exemplu, o placă cu porozitatea 4, cu diametrul de 40 mm se poate calcula diferența de presiune între cele două părți care asigură un debit de 1000 cm³/min aer saturat.

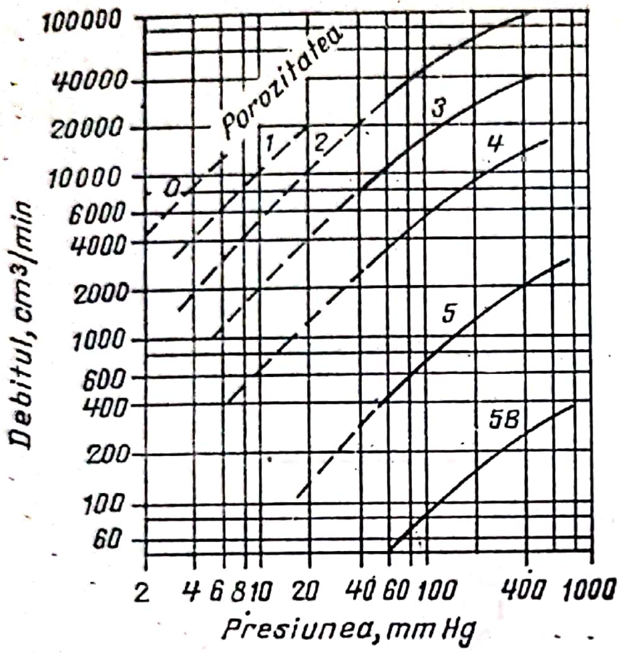


Fig. 5.6

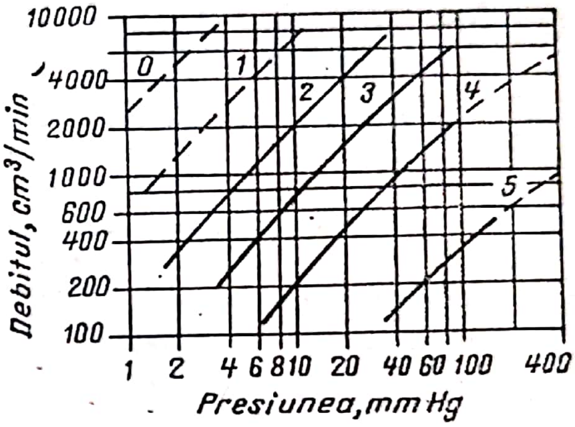


Fig. 5.7

Tabelul 5.19.4 al coeficienților de curgere dă valoarea egală cu 1,4; deci se calculează debitul astfel:

$$\frac{1000\ \text{ml/min}}{1{,}4} = 715\ \text{cm}^3/\text{min}$$

Cunoscînd debitul, din fig. 5.7 se deduce diferența de presiune de 33 mm Hg, care trebuie adăugată la presiunea de trecere prin plăci umede, indicată în tabelul alăturat (Solidex):

Porozitatea	Presiunea de trecere prin plăci filtrante umede mm Hg
00	15
0	25
1	40
2	60
3	130
4	230
5	580

Rezultă astfel pentru presiunea totală necesară, valoarea de 33 + 230 = 263 mm Hg.

5.19.1. Diametrul mediu al porilor plăcilor fritate de sticlă

Simbol comercial	Diametrul mediu al porilor $\varnothing$, μ
Schott & Gen. (Mainz)	
0	150—200
1	90—150
2	40— 90
3	15— 40
4	3— 15
5g	1,7— 3
5m	1,0—1,7
5f	< 1,0

Simbol comercial	Diametrul mediu al porilor $\varnothing$, μ
Solidexglas, Sovirel (Paris)	
00	200—500
0	150—200
1	90—150
2	40— 90
3	20— 40
4	10— 20
5	4— 6

Simbol comercial	Diametrul mediu al porilor $\varnothing$, μ
Sial, Bohemia-Glaswerke	
S00	250—500
S0	150—200
S1	90—150
S2	40— 90
S3	15— 40
S4	5— 15

5.19.2. Utilizările principale ale plăcilor poroase (fritelor) de sticlă

Porozitatea (diametrul mediu al porilor), μ	Utilizarea recomandată
200—500	Barbotarea gazelor în lichide la presiuni foarte mici
150—200	Barbotarea gazelor în lichide la presiuni mici Filtrarea suspensiilor
90—150	Filtrarea precipitatelor cu granulație mare. Filtrare de gaze. Barbotarea de gaze în lichide, cu bule mari. Suport pentru strate de adsorbție pentru filtrarea precipitatelor gelatinoase
40—90	Filtrarea precipitatelor fine, cristaline
15—40	Filtrarea de precipitate fine în scopuri analitice. Filtre fine de gaze. Barbotare de gaze cu bule mici. Filtrări de mercur
3—13	Filtrări analitice a precipitatelor foarte fine. Dispersarea fină a gazelor în lichide sub presiune. Ventile de siguranță cu mercur
< 3	Filtrări bacteriologice. Dispersare fină de gaze în lichide la presiuni înalte

5.19.3. Agenți de curățire chimică a vaselor de sticlă și a plăcilor poroase de sticlă

Substanța	Agentul chimic recomandat
Oxizi de cupru și fier	Acid clorhidric cu clorat de potasiu
Clorura de argint	Amoniac, tiosulfat de sodiu
Sulfat de bariu	Acid sulfuric concentrat fierbinte.
Sulfură de mercur	Apă regală fierbinte
Reziduuri de mercur	Acid azotic concentrat fierbinte
Grăsimi, uleiuri	Tetraclorură de carbon Acid clorhidric concentrat fierbinte cu clorat de potasiu
Proteine, zaharuri	Amoniac fierbinte sau acid clorhidric, amestec fierbinte de acid sulfuric și acid azotic concentrați
Diverse substanțe organice	Acid sulfuric fierbinte cu azotat de sodiu, azotat de potasiu sau acid azotic

5.19.4. Coeficienții de curgere prin plăci Solidex

Diametrul plăcii, mm	Coeficientul de curgere pentru porozitățile 1 – 5
10	0,12
20	0,5
30	0,9
40	1,4
65	2,5
90	3,9
120	6,2
175	12,5

5.20. GELURI PENTRU FILTRĂRI MOLECULARE

În cromatografia pe site moleculare se folosesc trei tipuri de geluri:

a) geluri de dextran de origine bacteriană, tratat cu epiclorhidrină în mediu neapos pentru obținerea unor rețele tridimensionale, reticulare (Sephadex). Eterul hidroxipropilic al sephadexului G-25 este denumit Sephadex LH29: se îmbibă cu apă și cu dizolvanți organici;

b) geluri poliacrilamidice obținute prin polimerizarea în soluție apoasă a acrilamidei cu N,N′-metilen-bis-acrilamidă pentru reticulare (BioGelP);

c) geluri de agaroză, obținute din agar, după îndepărtarea agaropectinei (Sepharose, Sagarose). Agaroza este un polizaharid liniar constituit din unități alternate de D-galactoză și 3,6 anhidro-L-galactoză. Din cauza caracterului neutru efectele de interacțiune cu moleculele dizolvate sînt reduse; separarea moleculară se datorește rețelei de legături de hidrogen între moleculele liniare (pH = 4 ... 9, independent de temperatură sub 0° și peste 40°C).

Gelurile se folosesc la separări şi fracţionări, electroforeze de: proteine, zaharide, acizi nucleici, produşi naturali, şi desalifierea soluţiilor de macromolecule.

În ultimii ani se folosesc geluri de tip Styragel (polistiren reticulat cu divinil-benzen) pentru substanţe solubile în dizolvanţi organici.

Tabelele 5.20 conţin caracteristicile de utilizare a gelurilor de dextran, agaroză şi poliacrilamidă.

5.20.1. Caracteristicile gelurilor Sephadex

Tipul	Diametrul particulei, µ	Cantitatea de apă de umflare g apă/g gel uscat	Volumul de gel umflat ml/g gel uscat	Domeniul de utilizare (mase moleculare)	
				Peptide şi proteine globulare	Dextrani
G-10	40—120	1,0±0,1	2 —3	< 700	< 700
G-15	40—120	1,5±0,2	2,5—3,5	<1500	<1500
G-25 Coarse	100—300	2,5±0,2	4 — 6	1000— 5000	100— 5000
G-25 Medium	50—150	2,5±0,2	4 — 6	1000— 5000	100— 5000
G-25 Fine	20— 80	2,5±0,2	4 — 6	1000— 5000	100— 5000
G-25 Superfine	10— 40	2,5±0,2	4 — 6	1000— 5000	100— 5000
G-50 Coarse	100—300	5 ±0,3	9 —11	1500— 30000	500— 10000
G-50 Medium	50—150	5 ±0,3	9 —11	1500— 30000	500— 10000
G-50 Fine	20— 80	5 ±0,3	9 —11	1500— 30000	500— 10000
G-50 Superfine	10— 40	5 ±0,3	9 —11	1500— 30000	500— 10000
G-75	40—120	7,5±0,5	12 —15	3000— 70000	1000— 50000
G-75 Superfine	10— 40	7,5±0,5	12 —15	3000— 70000	1000— 50000
G-100	40—120	10,0±1,0	15 —20	4000—150000	1000—100000
G-100 Superfine	10— 40	10,0±1,0	15 —20	4000—150000	1000—100000
G-150	40—120	15,0±1,5	20 —30	5000—400000	1000—150000
G-150 Superfine	10— 40	15,0±1,5	20 —30	5000—400000	1000—150000
Sephadex G-200	40—120	20,0±2,0	30 —40	5000—800000	1000—200000
Sephadex G-200 Superfine	10— 40	20,0±2,0	30 —40	5000—800000	1000—200000

5.20.2. Cantitatea de dizolvant pentru umflarea gelului Sephadex LH-20

Dizolvantul	Cantitatea de dizolvant ml/g gel	Volumul de gel umflat ml/g gel uscat
Dimetilformamida	2,2	4,0—4,5
Apa	2,1	4,0—4,5
Metanol	1,9	4,0—4,5
Etanol	1,8	3,5—4,5
Cloroform (cu 1% etanol)	1,8	3,5—4,5
Cloroform	1,6	3,0—3,5
n-Butanol	1,6	3,0—3,5
Dioxan	1,4	3,0—3,5
Tetrahidrofuran	1,4	3,0—3,5
Acetona	0,8	—
Acetat de etil	0,4	—
Toluen	0,2	—

5.20.3. Caracteristicile gelurilor poliacrilamidice BioGel P

Tipul	Domeniul de utilizare (mase moleculare)	Cantitatea de apă de umflare g apă/g gel uscat	Volumul de gel umflat ml/g gel uscat
P-2	200— 2 000	1,5	3,8
P-4	500— 4 000	2,4	5,8
P-6	1 000— 5 000	3,7	8,8
P-10	5 000— 17 000	4,5	12,4
P-30	20 000— 50 000	5,7	14,8
P-60	30 000— 70 000	7,2	19,0
P-100	40 000—100 000	7,5	19,0
P-150	50 000—150 000	9,2	24,0
P-200	80 000—300 000	14,7	34,0
P-300	100 000—400 000	18,0	40,0

5.20.4. Caracteristicile gelurilor Sepharose și Sagarose (agaroza)

Tipul	Domeniul de utilizare (mase moleculare)	Agaroză în gel %	Dimensiunile particulei de gel umflat, μ
Sepharose 4B	$300\,000-3\cdot10^6$	~4	40—190
Sepharose 2B	$2\cdot10^6-25\cdot10^6$	~2	60—250
Sagarose 10	10 000—250 000	10	66—142
Sagarose 8	25 000—700 000	8	66—142
Sagarose 6	$50\,000-2\cdot10^6$	6	66—142
Sagarose 4	$200\,000-15\cdot10^6$	4	66—142
Sagarose 2	$500\,000-150\cdot10^6$	2	66—142

5.21. MĂSURAREA TEMPERATURII (v. vol. III)

În tabelul 5.21.1 sînt date cu oarecare aproximație, temperaturile corespunzătoare unui anumit domeniu spectral vizibil (culoare), care poate servi ca o primă indicație asupra temperaturii de încălzire.

În tabelul 5.21.2. sînt prezentate domeniile de utilizare ale termocuplelor obișnuite, iar fig. 5.8 reprezintă variația forței electromotoare a termocuplelor cu temperatura (v. vol. III).

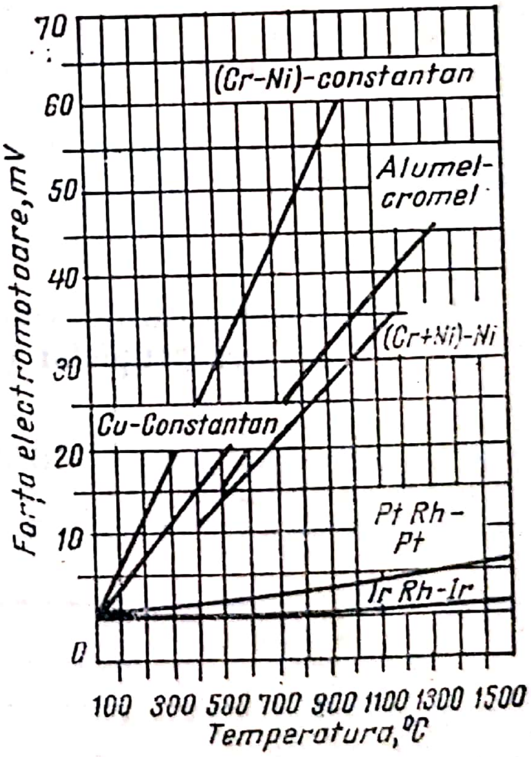


Fig. 5.8

5.21.1. Scara de culoare a temperaturii (aproximativă)

Temperatura °C	Culoarea	Temperatura °C	Culoarea
532	roşu închis	899	portocaliu
566	roşu sînge	941	portocaliu deschis
635	vişiniu închis	996	galben
746	vişiniu	1079	galben deschis
835	roşu deschis	1205	alb

5.21.2. Domeniul de utilizare al termocuplelor (v. vol. III)

Termocuplul	Domeniul °C	Termocuplul	Domeniul °C
Cupru-constantan	−250... 350	Platin-platin rodiu	0...1500
Argint-constantan	−250... 600	Platin-platin rodiu Pt Rh 18	0...1800
Fier-constantan	−200... 750	Iridiu-iridiu rodiu	0...2000
Nichel crom-constantan	−200... 800	Wolfram-molibden	0...2600
Argint-nichel	− 80... 920	Wolfram-tantal	< 3000 (în atmosferă reducătoare)
Nichel-nichel crom	0...1200		
Cromel-alumel (Hoskin)	−200...1300		

Observaţie. Cromel: 89% Ni, 10% Cr, 1% Fe, 0,2–2% Mn, 0–1% Si
Alumel: 94% Ni, 2% Al, 1% Si, 2,5% Mn, alte metale.

5.21.3. Temperaturile fixe pentru etalonarea termometrelor şi termocuplelor (v. 3.1)

Tabelul conţine sistemele (echilibre de fierbere, cristalizare, tranziţie) recomandate pentru stabilirea unei anumite temperaturi (v. cap. 4, tabelul 5.6 şi vol. III). Pentru corecţia temperaturii în funcţie de presiune, în mm Hg, se indică ecuaţiile cele mai exacte.

Substanţa	Tranziţia	Temperatura °C	Corecţia de presiune
Hidrogen	Fierbere	−252,75	$+0{,}0044\,(p-760)$
Azot	Fierbere	−195,80	$+0{,}0109\,(p-760)$
Oxigen	Fierbere	−183,00	$+0{,}0126\,(p-760) - 0{,}0000065\,(p-760)^2$
Izopentan	Topire	−159,6	
Metilciclohexan	Topire	−126,3	

Substanța	Tranziția	Temperatura °C	Corecția de presiune
Eter etilic	Topire	−116,3	
Sulfură de carbon	Topire	−111,6	
Toluen	Toluen	− 95,1	
Acetat de etil	Topire	− 83,6	
Bioxid de carbon solid	Sublimare	− 78,51	$+0{,}01595\,(p-760) - 0{,}00011\,(p-760)^2$
Cloroform	Topire	− 63,5	
Clorbenzen	Topire	− 45,2	
Mercur	Topire	− 38,87	
Tetraclorură de carbon	Topire	− 22,9	
Gheață		0,000	
Sulfat de sodiu	Tranziție	32,384	
Alcool etilic	Fierbere	78,26	la 76 cm; variația 0,34°C/cm
Benzen	Fierbere	80,0	la 76 cm; variația 0,43°C/cm
Apă	Fierbere	100,0	$+0{,}0367\,(p-760) - 0{,}000023\,(p-760)^2$
Clorbenzen	Fierbere	132	76 cm; variația 0,50°C/cm
m-Xilen	Fierbere	138,8	76 cm; variația 0,50°C/cm
Anilină	Fierbere	184,51	76 cm; variația 0,51°C/cm
o-Toluidină	Fierbere	199,7	76 cm; variația 0,58°C/cm
Naftalină	Condensare	217,96	$+0{,}2075\,(t + 273{,}1)\lg\,(p/760)$
Staniu	Topire	231,85	
Difenilamină	Fierbere	302	
Benzofenonă	Condensare	305,9	$+0{,}194\,(t + 273{,}1)\lg\,(p/760)$
Cadmiu	Topire	320,9	
Plumb	Topire	327,4	
Mercur	Fierbere	356,9	
Bicromat de potasiu	Topire	397,5	
Zinc	Topire	419,45	
Sulf	Condensare	444,60	$+0{,}0909\,(p-760) - 0{,}000048\,(p-760)^2$
Sulfat de potasiu	Tranziție	583,0	
Stibiu	Topire	630,5	Aproximativ se va determina cu termometrul cu rezistență
30,5 NaCl + 60,5 Na_2SO_4	Topire	637,0	
Aluminiu (99,85%)	Topire	658,9	
Clorură de potasiu	Topire	770,3	
Clorură de sodiu	Topire	800,4	
Sulfat de sodiu	Topire	884,7	
Argint	Topire	960,5	(În atmosferă reducătoare)
Aur	Topire	1063,0	
Sulfat de potasiu	Topire	1069,1	
Cupru	Topire	1083	(În atmosferă reducătoare)
Metasilicat de litiu	Topire	1202	
Diopsid	Topire	1395	
Nichel	Topire	1452	
Paladiu	Topire	1555 ± 2	
Anortit	Topire	1555	
Platină	Topire	1755 ± 6	
Alumină	Topire	2000	
Wolfram	Topire	3370 ± 30	

5.22. INSTALAŢII DE ÎNCĂLZIRE ŞI RĂCIRE

5.22.1. Rezistenţe de încălzire electrică

Dimensionarea rezistenţelor de încălzire se face prin ecuaţia cunoscută a puterii P (v şi vol. III):

$$P = IU = \frac{U^2}{R} = I^2R$$

în care I este intensitatea curentului electric, U tensiunea şi R rezistenţa.

Tabelele 5.22.1 conţin datele necesare dimensionării acestor rezistenţe: relaţia dintre temperatura obţinută şi puterea necesară raportată la unitatea de suprafaţă de tub de încălzire, valoarea minimă a curentului necesar pentru atingerea unei anumite temperaturi cu rezistenţe de Cr-Ni, densitatea de curent maximă admisă pentru obţinerea unei anumite temperaturi cu rezistenţe de Cr-Ni, puterea specifică admisă pentru diferite tipuri de încălziri.

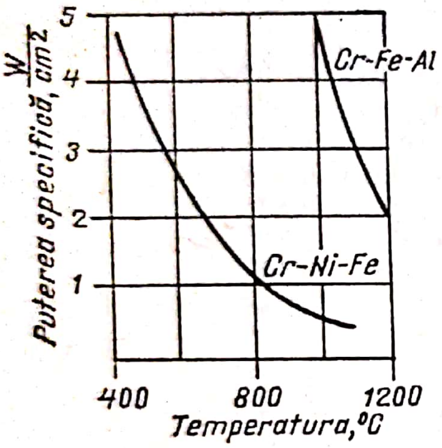


Fig. 5.9

Figura 5.9. reprezintă variaţia cu temperatura, a puterii specifice admise pentru rezistenţe libere în aer de Cr-Ni-Fe şi Cr-Fe-Al, iar fig. 5.10 reprezintă puterea specifică a încălzitorului de imersie tubulară (rezistenţa spiralată introdusă în tub de cupru, oţel sau oţel inoxidabil, izolată cu oxid de magneziu), pentru diferite temperaturi şi medii de încălzire.

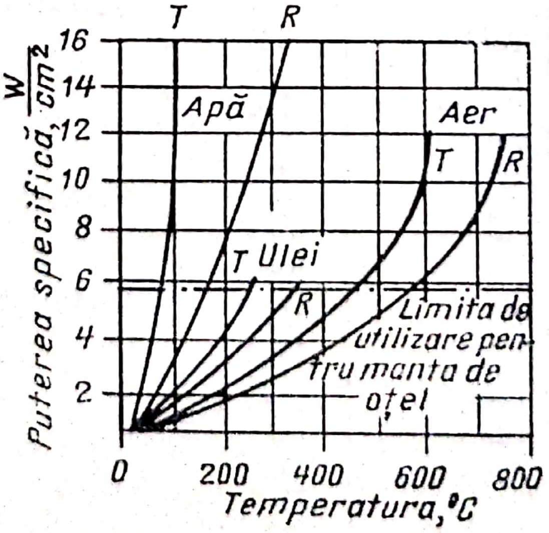


Fig. 5.10

5.22.1.1. Conductori electrici utilizați ca rezistență de încălzire

Materialul	Punctul de topire °C	Temperatura maximă de utilizare în aer °C	Coeficientul mediu de dilatație liniară $\alpha \cdot 10^6$ grad^{-1}	Rezistența electrică a unui conductor de 1 m lungime și 1 mm² secțiune, Ω	
				la 20°C	la 1000°C
Constantan (60% Cu, 40% Ni)	1290	600	15		
Nichel	1455	800	13	0,1	0,5
Fier	1540	1000	12	0,1	1,2
Oțel-crom (30% Cr, 70% Fe)	1470	1100	13	0,7	1,25
Oțel-nichel-crom (15—20% Cr, 35—20% Ni restul Fe	1340	1200	19	0,9	1,25
15—20% Cr, 65—60% Ni restul Fe	1370	1200	15	1,1	1,3
Crom-nichel (20% Cr, 80% Ni)	1390	1250	15	1,1	1,15
Kanthal (33% Cr, 50% Ni, 13% Fe, 4% Al,		1300		1,39	1,42
Megapyr (30% Cr, 65% Fe, 5% Al)	1520	1350		1,40	1,42
Platină	1770	1500	9	0,12	0,52
Platină-rodiu (70% Pt, 30% Rh)		1700			
Silit (carbură de siliciu cu grafit și argilă)		1500		3000—7500	1300—3700
Kanthal-Super (bisiliciură de molibden)		1700			

5.22.1.2. Puterea electrică specifică necesară pentru obținerea unei anumite temperaturi (în cuptoare tubulare cu raportul lungime: diametrul exterior = 10, cu o izolare termică obișnuită)

Temperatura atinsă °C	Puterea electrică necesară pentru suprafața de încălzire W/cm²	Temperatura atinsă °C	Puterea electrică specifică necesară pentru suprafața de încălzire W/cm²
< 300	0,2	1200	2,6
400	0,4	1300	3,0
500	0,6	1400	3,5
600	0,8	1500	4,0
700	1,0	1600	4,5
800	1,3	1700	5,1
900	1,6	1800	5,7
1000	1,9	1900	6,3
1100	2,2	2000	7,0

5.22.1.3. Intensitatea minimă a curentului electric necesar, în A, pentru obținerea unei anumite temperaturi cu conductori de crom-nichel (15% Cr, 62% Ni, 23% Fe)

Funcționarea	Temperatura, °C					Diametrul mm
	200	400	600	800	1000	
Conductor liber în aer (temperatura măsurată pe rezistență)	3,10	6,30	10,10	14,30	19,20	1,0
	2,80	5,50	8,95	12,30	16,50	0,9
	2,40	5,00	7,80	10,80	14,00	0,8
	2,08	4,20	6,60	9,10	11,80	0,7
	1,70	3,55	5,50	7,50	9,70	0,6
	1,35	2,80	4,40	5,90	7,70	0,5
	1,05	2,13	3,35	4,40	5,70	0,4
	0,72	1,50	2,35	3,05	3,85	0,3
	0,44	0,93	1,40	1,82	2,30	0,2
	0,20	0,45	0,65	0,80	1,00	0,1
Conductor înfășurat liber spiră lîngă spiră pe tub Marquardt (100 × 8 × 4) (temperatura măsurată în mijlocul tubului gol)	2,76	4,80	7,40	10,70	14,20	1,0
	2,33	4,12	6,23	9,00	12,15	0,9
	1,90	3,50	5,16	7,42	10,20	0,8
	1,55	2,90	4,19	6,05	8,35	0,7
	1,22	2,35	3,40	4,82	6,65	0,6
	0,92	1,75	2,65	3,70	5,25	0,5
	0,68	1,25	1,90	2,70	3,75	0,4
	0,47	0,81	1,21	1,85	2,50	0,3
	0,30	0,51	0,78	1,12	1,52	0,2
	0,14	0,24	0,42	0,60	0,82	0,1
Conductor înfășurat pe tub Marquardt (100 × 8 × 4) acoperit cu șamotă (temperatura măsurată în mijlocul tubului gol)	2,76	4,80	6,90	9,25	11,45	1,0
	2,33	4,12	5,90	7,85	9,90	0,9
	1,90	3,50	4,90	6,60	8,38	0,8
	1,55	2,90	4,00	5,40	7,00	0,7
	1,22	2,35	3,22	4,35	5,65	0,6
	0,92	1,75	2,50	3,35	4,30	0,5
	0,68	1,25	1,80	2,45	3,12	0,4
	0,47	0,81	1,12	1,65	2,05	0,3
	0,30	0,51	0,71	1,00	1,31	0,2
	0,14	0,24	0,40	0,54	0,72	0,1

5.22.1.4. Densitatea maximă (admisă) de curent, în A/mm^2, pentru obținerea unei anumite temperaturi, cu conductori de Ni-Cr-Fe

Funcționarea	Temperatura, °C					Diametrul mm
	200	400	600	800	1000	
Conductor liber în aer (temperatura măsurată pe rezistență)	3,9	8,0	12,9	18,2	24,4	1,0
	4,4	8,6	14,1	19,7	25,9	0,9
	4,6	9,7	15,5	21,7	27,9	0,8
	5,4	10,9	17,2	23,6	30,6	0,7
	6,0	12,5	19,4	26,5	34,3	0,6
	6,9	14,3	22,4	30,0	39,2	0,5
	8,3	17,0	26,7	35,0	45,3	0,4
	11,4	21,2	33,3	43,1	54,5	0,3
	14,0	29,6	44,5	58,0	73,3	0,2
	25,5	57,4	82,8	102,0	127,5	0,1

5.22.1.4. (continuare)

Funcționarea	Temperatura, °C					Diametrul mm
	200	400	600	800	1000	
Conductor înfășurat liber, spiră lîngă spiră pe tub Marquardt (100 × 8 × 4) (temperatură măsurată în mijlocul tubului gol)	3,5	6,1	9,5	13,6	18,1	1,0
	3,6	6,4	9,8	14,1	19,1	0,9
	3,7	6,6	10,3	14,7	20,3	0,8
	4,0	7,5	10,9	15,7	21,7	0,7
	4,3	8,3	12,0	17,0	23,5	0,6
	4,6	8,9	13,5	18,9	26,8	0,5
	5,4	10,0	15,1	21,5	30,0	0,4
	6,6	11,4	17,1	26,2	35,4	0,3
	9,5	16,2	24,8	35,7	48,5	0,2
	17,9	30,6	53,5	76,5	105,0	0,1
Conductor înfășurat pe tub Marquardt (100 × × 8 × 4) acoperit cu șamotă (temperatură măsurătă în mijlocul tubului gol)	3,5	6,1	8,8	11,8	14,1	1,0
	3,6	6,4	9,3	12,3	15,5	0,9
	3,7	6,6	9,8	13,1	16,7	0,8
	4,0	7,5	10,4	14,0	18,2	0,7
	4,3	8,3	11,4	15,4	20,0	0,6
	4,6	8,9	12,7	17,1	21,9	0,5
	5,4	10,0	14,3	19,5	24,8	0,4
	6,6	11,4	15,9	23,4	29,0	0,3
	9,5	16,2	22,6	31,9	41,7	0,2
	17,9	30,6	51,0	69,0	91,8	0,1

5.22.1.5. Puterea electrică admisă pentru suprafața de încălzire a conductorilor de Cr-Fe-Ni

Rezistența de încălzire	Puterea electrică W/cm²
Înfășurare directă pe sticlă rezistentă la șoc termic:	
— la circulație de lichide	0,15—0,3
— la circulație de gaze sau vapori	0,5 —1
Înfășurarea pe o manta de încălzire de sticlă rezistentă	0,5—0,8
În manta de încălzire din țesătură de sticlă care acoperă vasul (manșon):	
— vasul conține gaze sau vapori	0,3—0,6
— vasul conține lichide	0,8—3
În plăci de încălzire și cuptoare	0,8—2,5
În fierbătoare de imersie:	
— pentru apă	6 —8
— pentru ulei mineral	3 —4

5.22.2. Materiale refractare pentru construcția cuptoarelor electrice

Materialele refractare se folosesc la confecționarea tuburilor sau mufelor cuptoarelor sau la acoperirea și izolarea rezistenței de încălzire (v. și 22.1).

După rezistenţa la temperaturi înalte (refractaritatea, determinată prin temperatura de înmuiere) materialele refractare se împart în: refractare normale (1580—1780°C) refractare înalte (1790—2000°C) şi suprarefractare (> 2000°C).

După compoziţia chimică se pot distinge materiale acide pe baza de bioxid de siliciu, semiacide (bioxid de siliciu-oxid de aluminiu, deci materiale silico-argiloase), bazice (oxizi de metale alcalino-pămîntoase, magneziu, calciu etc.), neutre (argile, şamotă, bauxite, corindon, grafit).

Tabelele 5.22.2.1. şi 5.22.2.2. conţin citeva caracteristici tehnice ale materialelor ceramice des utilizate în laborator; tabelele permit alegerea unui material cu anumite proprietăţi.

5.22.2.1. Caracteristicile materialelor utilizate la construcţia cuptoarelor electrice (tuburi, mufe, umpluturi)

Materialul	Temperatura de topire sau transformare, °C	Temperatura maximă de utilizare, °C.
Sticlă obişnuită	530	350
Sticlă rezistentă borosilicat (Pyrex, Supremax, Duran, Jena)	500—700	400—600
Mică	—	700
Azbest	1150	900
Masă sipa (cu steatit)	~1400	1100
Porţelan glazurat	—	1150 (se topeşte glazura)
Porţelan neglazurat	1650	1400
Sticlă de cuarţ	~1700	1500
Masă Pitagora	—	1500
Masă Marquardt	—	1700
Porţelan special (Berlin)	1800	—
Silimanit	—	1700
Steatit	—	1700
Magnezit (R.G.)	~1800	1700
Şamotă	~1800	1700
Şamotă de caolin, argilă	1850	1750
Alundum	—	1750
Oxid de aluminiu (cu liant de caolin)	~1900	1750
Oxid de aluminiu (corindon sinterizat)	2050	1800
Oxid de magneziu	2800	2200
Oxid de zirconiu	2900	2500

5.22.2.2. Proprietățile fizice și chimice ale materialelor de umplutură a cuptoarelor electrice

Materialul	Compoziția generală Aderența pe conductor	Rezistența la agenți chimici	Coeficientul mediu liniar de dilatație $\alpha \cdot 10^6$/grd.	Rezistența electrică $\Omega \cdot$ cm
Oxid de aluminiu, șamotă	Al_2O_3 Bună	Atacat de oxizi bazici și silicați	8	10^{12} la 400°C $5 \cdot 10^7$ la 1000°C
Porțelan	Principal $3 Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ Bună	Idem	4	10^8 la 400°C $5 \cdot 10^5$ la 1000°C
Argilă refractară	Bună	Bună	6	—
Oxid de magneziu	Mg O foarte slabă	Bună	11—16	—
Spinel	MgO Al_2O_3 Bună	Bună	—	$5 \cdot 10^8$ la 400°C $5 \cdot 10^5$ la 1000°C
Cuarț	SiO_2 foarte bună	Atacat de oxizi bazici și fluoruri	0,5	10^9 la 400°C 10^7 la 1000°C
Oxid de zinconiu	ZrO_2 Bună	Bună	0,8	$5 \cdot 10^6$ la 400°C 10^3 la 1000°C

5.22.3. Substanțe pentru termostate (la temperatura de fierbere)

Se utilizează în sistem închis, deoarece unele substanțe sînt toxice, altele inflamabile.

Substanța	Punctul de fierbere la 760 mmHg °C	Căldura de vaporizare cal/g	Substanța	Punctul de fierbere la 760 mmHg °C	Căldura de vaporizare cal/g
Clormetan	23,8	102	1,2-Dicloretan	83,7	—
Cloretan	12,2	92	Tricloretilenă	86,9	57
Eter dietilic	34,5	84	Apă	100,0	539
Diclormetan	40,1	79	Toluen	110,5	86
Sulfură de carbon	46,1	84	Piridină	115,5	107
Acetonă	56,1	124	Acid acetic glacial	181,1	97
Cloroform	61,2	59	Alcool amilic	131,3	120
Metanol	64,5	263	Clorbenzen	132,1	78
Tetraclor metan	76,5	47	*m*-Xilen	139,3	82
Etanol	78,3	204	1,1,2, 2— Tetraclor etan	146,3	55
Benzen	80,1	94	Brombenzen	155,6	—

Substanța	Punctul de fierbere la 760 mmHg °C	Căldură de vaporizare cal/g	Substanța	Punctul de fierbere la 760 mmHg °C	Căldura de vaporizare cal/g
Pentacloretan	160,5	44	Tetralină	207,3	79
Diacetonă	169,1	—	Naftalină	217,9	75
Eter dicloretilic	178,5	—	Difenil	254,9	—
Anilină	184,4	104	Benzofenonă	305,4	—
Propilenglicol	188,2	—	Mercur	356,9	71
Etilenglicol	197,2	191	Sulf	444,6	—

5.22.4. Lichide pentru băi de încălzire și lichide purtătoare de căldură

Lichidul de încălzire		Temperatura maximă de utilizare pentru băi deschise °C	Observații
Apă		95	Se adaugă un strat subțire de parafină pentru a împiedica spumarea și stropirea
Clorură de calciu, soluție	apă 100 p. $CaCl_2$ 305 p.	≈ 150	Idem
Clorură de magneziu, soluție	apă 100 p. $MgCl_2$ 128 p.	≈ 150	Idem
Acetat de potasiu, soluție	apă 100 p. KCH_3CO_2 626 p.	≈ 150	Idem
Ulei de parafină		150	
Glicerină		150	Higroscopică, vîscoasă
Tricrezil-fosfat		200	
Amestec difenil-difeniloxid (Diphil, Dowtherm)	difenil 27 p. difeniloxid 73 p.	200	Utilizabil pînă la 350°C sub presiune (6 atm); vaporii sînt toxici
Amestec de terfenili		220	
Ulei de silicon, de exemplu Bayer P. (Farbf. Bayer); AH—Öl, XAR-Ol (Wacker—Chemie); DC 550, DC710 G (Dow Corning Co.)		180—250	
Amestec acid fosforic acid metafosforic	H_3PO_4 85% 4 p. HPO_3 1 p.	250	Se solidifică sub 20°C
Poliglicoli (în majoritate triglicol)		250	
Parafină		250	Lichid peste 50°C; fumegă puternic peste 250°C

5.22.4 (continuare)

Lichidul de încălzire	Temperatura maximă de utilizare pentru băi deschise °C	Observații
Acid sulfuric	250	Fumegă puternic peste 250°C; pentru a se împiedica închiderea la culoare, se adaugă cîteva cristale de KNO_3
Uleiuri minerale cu punct de fierbere ridicat	330	
Hidrocarburi halogenate, de exemplu: Arochlor-1248 (Monsanto Chem. Co.)	340	
Amestec acid sulfuric-sulfat de potasiu H_2SO_4 7 p. K_2SO_4 3 p.	325	Înainte de prepararea amestecului, K_2SO_4 se fierbe cîteva minute cu H_2SO_4 concentrat
H_2SO_4 6 p. K_2SO_4 4 p.	360	
Silicați, de exemplu HT—01 C (Farbf. Bayer)	350—400	
Uleiuri de silicon, de exemplu 9981-LTNV—40 (General Electric Co.)	> 350	Rămîn absolut incolore la aer pînă la 300°C

5.22.5. Topituri de săruri pentru băi

În tabel se dau compoziția și domeniul de utilizare al topiturilor de săruri. Băile folosite trebuie să fie din porțelan sau emailate din cauza agresivității sărurilor.

Compoziția, % greut.		Domeniul de utilizare °C	Observații
KNO_3 $NaNO_3$ $LiNO_3$	54,4 18,2 27,3	150—400	Atacă sticla
KNO_3 $NaNO_3$ $NaNO_2$	53 7 40	150—450	Se descompune peste 450°C cu degajare de oxizi de azot
KNO_3 $NaNO_3$	≈ 50 ≈ 50	220—680	
$CuCl$		De la 432	
$CuCl_2$		De la 630	
$MgCl_2$		De la 712	

5.22.6. Aliaje pentru băi metalice

Aliajul	Compoziția, % greut.		Punctul de topire °C	Domeniul de utilizare °C
Aliaj Wood	Bismut Plumb Cadmiu Staniu	50 25 12,5 12,5	71	71—250
Aliaj Rose	Bismut Plumb Staniu	81,8 9,1 9,1	94	94—250
Aliaj Lot	Plumb Staniu	50 50	200	200—350
Plumb			300—350	(numai sub nișă)

5.22.7. Proprietățile metalelor utilizate ca lichide de încălzire la temperaturi înalte

Proprietatea	Metalul			
	Na	Na-K (44% K)	Pb	Pb-Bi eutectic
Punct de topire, °C	98	18	328	125
Punct de fierbere, °C	880	826	1 743	1 670
Densitate lichid, g/cm³				
la p. t.	0,9287	0,91	10,2	—
la 538°C	—	0,778	—	10,0
Viscozitate, cP				
la p. t.	0,70	—	2,1	11
la 316°C	0,30	0,24	—	1,75
la 538°C	—	0,12	1,7	1,24
Căldură specifică, cal/g.grd	0,30—0,33	0,28	0,034	0,035 (143—360°C)
Domeniu de utilizare, °C	120—800	40—760	345—930	150—930

5.22.8. Metale indicate pentru blocuri de încălzire uniformă

Metalul	Temperatura maximă de utilizare °C	Temperatura de topire °C
Aluminiu	500	660
Cupru	600 (se oxidează repede peste 600°C	1 083
Bronz de aluminiu (10% Al, 90% Cu)	700 (în regim de durată) 800 (timp scurt)	1 050
Nichel	800	1 455
Oțel nichel-crom	1000	

5.22.9. Oțeluri aliate utilizate la presiuni și temperaturi înalte

Compoziția oțelului %	Domeniul de utilizare
Crom 2,5 molibden 0,5, wolfram 0,5, carbon 0,15—0,20	Reactori și conducte 200—400°C <700 atm
Crom 2,8, molibden 0,3, vanadiu 0,6, carbon 0,18—0,23	Reactori și conducte 400—510°C <325 atm
Crom 0,2, siliciu 1, carbon 0,25	Reactori și conducte 0—200°C <700 atm
Crom 2,5—2,8, molibden 0,35—0,5, vanadiu 0,7—0,25, wolfram 0,35—0,5, carbon 0,18—0,25	Reactori și conducte 400—510°C <700 atm
Crom 2,2—2,7, nichel 0,8, molibden 0,8, mangan 1, carbon 0,2	Reactori la 0—300°C <700 atm
Crom 2,7, molibden 0,4, vanadiu 0,75, mangan 0,4, carbon 0,2	Conducte la 0—500°C <700 atm
Crom 14, nichel 26,5, wolfram 3,6, carbon 0,46,	Aparate de oțel rezistent la coroziune.

5.22.10. Agenţi frigorifici. Sole de răcire. Soluţii antigel

5.22.10.1. Agenţi frigorifici

Uzuali	Mai puţin uzuali	Rar utilizaţi
Amoniac	Diclor-etilenă	Tetraclor-metan
Bioxid de carbon	Etan	Eter dimetilic
Diclor-difluor-metan (Freon-12)	Etilamină	Brom-etan
1,2-Diclor-1,1,2,2 - tetrafluoretan (Freon-14)	Etilenă	Eter dietilic
Diclor-fluor-metan (Freon-21)	Clor-etan	Hexan
Diclor-metan	Izobutan	Metan
Clor-metan	Metilamină	Pentan
Clor-difluor-metan (Freon-22)	Formiat de metil	Propilenă
Bioxid de sulf	Propan	Cloroform
Triclor-fluor-metan (Freon-11)	Apă	Clor-trifluor-metan (Freon-13)
1,1,2-Triclor-1,2,2,-trifluor-etan (Freon — 113)		Tetrafluor-metan (Freon-14)

5.22.10.2. Proprietăţile fizice ale unor agenţi frigorifici obişnuiţi

Agentul frigorific	Punctul de fierbere °C		Temperatura critică °C	Căldura latentă kcal/kg	
	la 1,1 atm	la 13,6 atm		la 1,1 atm	la 13,6 atm
Diclor-metan	44	60[1]	—	75,6	71,2[1]
Triclor-fluor-metan	27	122	198	43,4	39[2]
Diclor-fluor-metan	12	98	178	57,3	48,4[2]
Bioxid de sulf	— 8	70	157	92,8	73,5
Clor-metan	— 21	60	143	102	79
Diclor-difluor-metan	— 27	52	112	39,5	28,9
Amoniac	— 31	36	133	326	268
Propan	— 39	40	97	101	74,5
Etan	— 86	— 22	32	116	87,8
Etilenă	—102	— 42	10	115	85
Metan	—160	—116	— 82	121	92,3
Azot	—195	—165	—147	47,3	33,9

---

[1] La 1,8 atm.
[2] la 71°C.

5.22.10.3. Proprietățile fluidelor criogene

Substanța	Temperatura de fierbere (p = 1 atm) °C	Raportul volum gaz / volum lichid	Inflamabil	Toxic	Miros	Densitatea gazului față de aer
Heliu 3	−269,9	757	nu	nu	nu	0,137
Heliu 4	−268,9	757	nu	nu	nu	0,137
Hidrogen	−252,7	851	da	nu	nu	0,0692
Deuteriu	−249,5	—	da	nu	—	—
Tritiu	−248,0	—	da	radioactiv	—	—
Neon	−245,9	1438	nu	nu	nu	0,6964
Azot	−195,8	696	nu	nu	nu	0,9670
Oxid de carbon	−192,0	—	da	da	nu	0,9678
Fluor	−187,0	888	nu	da	da	1,312
Argon	−185,0	847	nu	nu	nu	1,38
Oxigen	−183,0	860	nu	nu	nu	1,1053
Metan	−161,4	578	da	nu	nu	0,5544
Kripton	−151,8	700	nu	nu	nu	2,818
Tetrafluormetan	−128	—	nu	da	nu	1,62
Ozon	−111,9	—	nu	da	da	1,658
Xenon	−109,1	573	nu	nu	nu	4,53
Etilenă	−103,8	—	da	nu	da	0,978
Trifluorură de bor	−100,3	—	nu	da	da	2,37
Oxid de azot (N_2O)	− 83,5	666	nu	nu	da	1,530
Etan	− 88,3	—	da	nu	nu	1,047
Acid clorhidric	− 85,0	—	nu	da	da	1,268
Acetilenă	− 84,0	—	da	da	da	0,9073
Fluoroform	− 84,0	—	nu	nu	nu	—
1,1-Difluoretilenă	− 83,0	—	da	nu	da	—
Clortrifluormetan	− 81,4	—	nu	da	da	—
Bioxid de carbon	− 78,5 (sublimă)	553	nu	da	da	1,5289

5.22.10.4. Amestecuri răcitoare cu gheață

În tabel se indică temperatura cea mai joasă care se poate obține la amestecarea cantităților de substanțe arătate cu 100 g zăpadă sau gheață bine mărunțită. Atingerea temperaturii indicate este posibilă numai în cazul unei izolații termice bune și a preparării unei cantități suficiente de amestec răcitor.

Substanța	Cantitatea g/100 g gheață	Temperatura minimă °C	Substanța	Cantitatea g/100 g gheață	Temperatura minimă °C
KNO_3	12	− 3,0[1]	KCl tehnică	30	−11
NaCl	16	−10	NaCl	23	−15
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	34,5	−10	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	47,5	−15
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	42	−10	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	59	−15
$CaCl_2$	21	−10	$CaCl_2$	30	−15
KCl	24,5	−10,7[1]	NH_4Cl	23	−15,8[1]
$Na_2S_2O_3$	43	−11[1]	$Ca(NO_3)_2$	54	−16[1]

5.22.10.4 (continuare)

Substanța	Cantitatea g/100 g gheață	Temperatura minimă °C	Substanța	Cantitatea g/100 g gheață	Temperatura minimă °C
NH_4NO_3	76	−17,5 1)	KCl teh.	100	−30
$NaNO_3$	59	−18,5 1)	$NH_4Cl + KNO_3$	13+38	−31
NaCl	29	−20	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	84	−33,6 1)
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	60	−20	$KNO_3 + KSCN$	2+112	−34
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	74	−20	K_2CO_3	65	−36,5 1)
$CaCl_2$	37,5	−20	$NaNO_3 + NH_4SCN$	55+40	−37
NaCl	30,7	−21,2	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	117	−40
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	71	−25	$CaCl_2$	59	−40
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	87	−25	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	136	−50 2)
$CaCl_2$	44	−25	$CaCl_2$	69	−50 2)
$NaNO_3 + NH_4NO_3$	55+52	−26	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	143	−54,9 1,2)
NaBr	67	−28 1)	$CaCl_2$	72,5	−54,9 1,2)
KNO_3+NH_4SCN	9+67	−28	HCl conc.	50	−18
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	79	−30	H_2SO_4 conc.	25	−20
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	98	−30	H_2SO_4 66% greut.	100	−37
$CaCl_2$	50	−30	HNO_3 dil.	100	−40

---

1) Temperatura eutecticului.

2) Aceaste temperaturi se obțin numai dacă clorura de calciu este răcită în prealabil la 0°C.

5.22.10.5. Soluții de răcire

În tabel se indică scăderea de temperatură care se produce la dizolvarea cantităților de substanță B, în 100 g de substanță A.

Substanța A	Substanța B	Cantitatea g B/100 g A	Scăderea de temperatura °C
Apă	NaCl	36	2
Apă	K_2SO_4	12	3
Apă	Na_3PO_4	14	4
Apă	$(NH_4)_2SO_4$	75	6
Apă	$Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$	20	7
Apă	$MgSO_4$	85	8
Apă	Na_2CO_3	40	9
Apă	KNO_3	16	10
Apă	$(NH_4)_2CO_3$	30	12
Apă	KCl	30	13
Apă	$NaOOC\text{-}CH_3 \cdot 3H_2O$	85	15,5
Apă	NH_4Cl	30	18,5
Apă	$NaNO_3$	55	18,5
Apă	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	110	19
Apă	$NH_4Cl + KNO_3$	33+33	22
Apă	$NH_4Cl + NaNO_3$	31+31	22
Apă	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	250	23
Apă	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O+NaNO_3+NH_4Cl$	38+23,5+23,5	25

5.22.10.5 (continuare)

Substanța A	Substanța B	Cantitatea g B/100 g A	Scăderea de temperatură °C
Apă	NH_4NO_3	100	25
Apă	$NaNO_2$	60	27
Apă	NH_4SCN	130	31
Apă	KSCN	150	38
Apă	$NH_4Cl + KNO_3$	100+100	40
HNO_3 dil.	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	150	15
H_2SO_4 60% greut.	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	125	27
H_2SO_4 conc.	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	400	40
CS_2	Acetonă	70[1]	55

---

[1] cm^3 B/100 cm^3 A.

Observație. În afara substanțelor indicate în tabel se pot utiliza pentru temperaturi joase amestecurile cu zăpada carbonică (C) în diferiți dizolvanți, pentru obținerea temperaturii indicate în paranteze;

— în 87,5% alcool etilic (−53°C)
— în 85,5% alcool etilic (−68°C)
— în acetonă (−86°C)
— în eter etilic (−90°C)

5.22.10.6. Amestecuri de răcire cu azot lichid

Temperaturi foarte joase se obțin prin răcirea unor substanțe cu azot lichid. Acestea sînt în general substanțe organice inflamabile; răcirea lor cu oxigen sau cu aer lichid este interzisă din cauza pericolului de explozii.

Lichidul	Temperatura minimă obținută °C
Acetonă	− 95
Toluen	− 95
Metanol	− 98
Etanol	−114
Brom-etan	−119
Metilciclohexan	−126
Eter de petrol	−130
n-Pentan, pur	−130
Izopentan, pur	−160
Pentan tehnic (în majoritate izopentan)	−190
Izopentan 4 vol. + izohexan 1 vol.	−200
Propenă (p. f. −47,0°C)[1]	−185
Propan (p. f. −44,5°C)[1]	−190
Propanol 1 vol. + propan 4,5 vol. + propenă, 4,5 vol.[1]	−200
Tetraclor-metan 49,5% + cloroform 50,5%[2]	− 81
Cloroform 14,5% + diclor-metan 25,3% + brom-etan, 33,4% + +*trans*-diclor-etilenă, 10,4% + triclor-etilenă 16,4% greut.[2]	−150

---

[1] Utilizabile numai în cazuri speciale, din cauza punctelor de fierbere foarte joase.
[2] Neinflamabile.

5.22.10.7. Substanţe pentru criostate (la temperatura de topire)

Substanţa	Temperatura de topire °C	Substanţa	Temperatura de topire °C
Ciclohexan	6,5	Propionat de etil	− 73,9
Benzen	5,5	Acetat de etil	− 83,6
Apă	0,0	Acetonă	− 93,6
Anilină	− 6,6	Toluen	− 95,0
Alcool *terţ*-amilic	−12,0	Diclor-metan	− 96,7
Alcool benzilic	−15,3	Clor-metan	− 97,7
n-Octanol	−16,3	Metanol	− 97,8
Tetraclor-metan[1]	−22,9	Sulfură de carbon	−111,6
Brom-benzen	−30,6	Alcool izoamilic	−117,2
Diclor-etan	−35,6	Brom-etan[1]	−119,0
Dietil-cetonă	−42,0	1-Clor-propan	−122,8
Clor-benzen	−45,2	Metil-ciclohexan	−126,3
n-Hexanol	48,0	2-Clor-butan	−131,2
Malonat de etil	−50,0	Clor-etan	−138,7
Cloral	−57,5	Izopentan	−160,5
Cloroform[1]	−63,5	Tetrafluor-metan[1]	−183,6

---

[1] Substanţe neinflamabile

5.22.10.8. Substanţe cu temperatura de fierbere constantă pentru criostate

Temperaturi joase constante se obţin prin fierberea la presiune constantă a unor substanţe lichide.

Substanţa	Intervalul de temperatură °C	Substanţa	Intervalul de temperatură °C
Hidrogen	−259...−252	Clor-metan	−90...−24
Azot	...−196	Amoniac	−75...−34
Oxigen	...−183	Bioxid de sulf	−60...
Metan	−180...	Clor-etan	−30...+13
Etilenă	−150...−104	Sulfură de carbon	−25...+46
Acid clorhidric	−110...	Eter dietilic	−10...+34

5.22.10.9. Sole răcitoare și amestecuri antigel

În tabel se redau cantitățile de substanță, în grame, care trebuie adăugate la 100 g apă, spre a obține o soluție ce nu îngheață pînă la temperatura arătată.

Rîndul al doilea de date de la glicol arată compoziția amestecurilor antigel, în % vol.

Substanța	Temperatura t_g, °C								
	−5	−10	−15	−20	−25	−30	−40	−50	−60
NaCl	8,44	16,1	22,9	29,4	23,8	—	—	—	—
$MgCl_2$	7,66	13,4	17,7	21,1	—	25,9	—	—	—
$CaCl_2$	9,67	16,6	21,9	26,3	29,9	33,3	38,8	43,8	—
Amestec K_2HPO_4 KH_2PO_4 K_2CO_3	—	—	—	—	—	70 21 7	—	—	—
Lactat de sodiu	10,5	19	27,5	34	42	49,5	64	80	100
Metanol	9,3	17	24	31	39	46	43	85	—
Etanol	11,1	23	34	46	57,5	69,5	104	—	—
Glicerină	20,5	42	56	68	80	90,5	113	138	—
Glicol	13 15	28 23	43 29	57,5 34	69,5 39	82 44	108 53	144 —	— —

Observație. Pentru a evita coroziunea fierului, se adaugă în solele răcitoare saline, mici cantități de substanțe bazice ca NaOH, Na_2CO_3, $Mg(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$, cromat de sodiu, precum și unii coloizi organici. Pentru a evita coroziunea aluminiului, se adaugă 0,5% NaF.

5.22.10.10. Soluții antigel cu alcool și apă

Etanol % greut.	Densitatea d_4^{20}	Punctul de îngheț °C
2,5	0,99363	− 1,0
4,8	0,98971	− 2,0
6,8	0,98658	− 3,0
11,3	0,98006	− 5,0
13,8	0,97670	− 6,1
16,4	0,97336	− 7,5
17,5	0,97194	− 8,7
18,8	0,97024	− 9,4
20,3	0,96823	−10,6
22,1	0,96578	−12,2
24,2	0,96283	−14,0
26,7	0,95914	−16,0
29,9	0,95400	−18,9
33,8	0,94715	−23,6
39,0	0,93720	−28,7
46,3	0,92193	−33,9
56,1	0,90008	−41,0
71,9	0,86311	−51,3

5.22.10.11. Soluții antigel cu glicerină și apă

Glicerină % greut.	Densitatea d_{15}^{15}	Densitatea d_{20}^{20}	Punctul de îngheț °C
10	1,02415	1,02395	− 1,6
20	1,04935	1,04880	− 4,8
30	1,07560	1,07470	− 9,5
40	1,10255	1,10135	−15,4
50	1,12985	1,12845	−23,0
60	1,15770	1,15605	−34,7
70	1,18540	1,18355	−38,9
80	1,21290	1,21090	−20,3
90	1,23950	1,23755	− 1,6
100	1,26557	1,26362	+17,0

5.22.10.12. Soluții antigel cu etilenglicol și apă

Etilenglicol % greut.	Densitatea la 15,6 °C	Punctul de îngheț °C
12,5	1,019	− 3,9
17,0	1,026	− 6,7
25,0	1,038	−12,2
32,5	1,048	−17,8
38,5	1,056	−23,3
44,0	1,063	−28,9
49,0	1,069	−34,4
52,5	1,073	−40,0

5.23. DOMENII DE VID (CLASIFICARE CONVENȚIONALĂ) ȘI TEHNICA VIDULUI

Termenul de vid (vacuum) care se referă strict la starea ideală nerealizabilă experimental, a spațiului fără substanță, este utilizat în sensul practic, pentru a reprezenta presiunea gazului sub presiunea atmosferică de 760 mm Hg (760 torr). Gradul de vid (sau calitatea vidului) este indicat de presiunea gazului. Tabelul 5.23.1 conține domeniile de vid corespunzătoare terminologiei obişnuite în tehnica vidului: presiunea corespunzătoare p, densitatea moleculară n legate prin ecuaţia:

$$p = nkT$$

în care k este constanta lui Boltzmann (v. cap. 4) şi $T = 293°K$, şi drumul liber mijlociu pentru aer dat de $\bar{l} \simeq \frac{5}{p}$, în care p este presiunea în torr.

La alegerea pompelor de vid trebuie să se ţină seama de următorii factori:

— calitatea vidului care trebuie realizat (fig. 5.11);

— natura gazelor care urmează să fie evacuate (gaze necondensabile, vapori sau amestecuri);

— corosivitatea gazelor şi a vaporilor de evacuat;

— debitul pompei, pentru o evacuare într-un anumit timp (tabelul 5.23.2).

Pentru vapori şi gaze corosive se vor utiliza numai pompe cu circulaţie de lichid sau mai bine ejectoare cu abur sau apă.

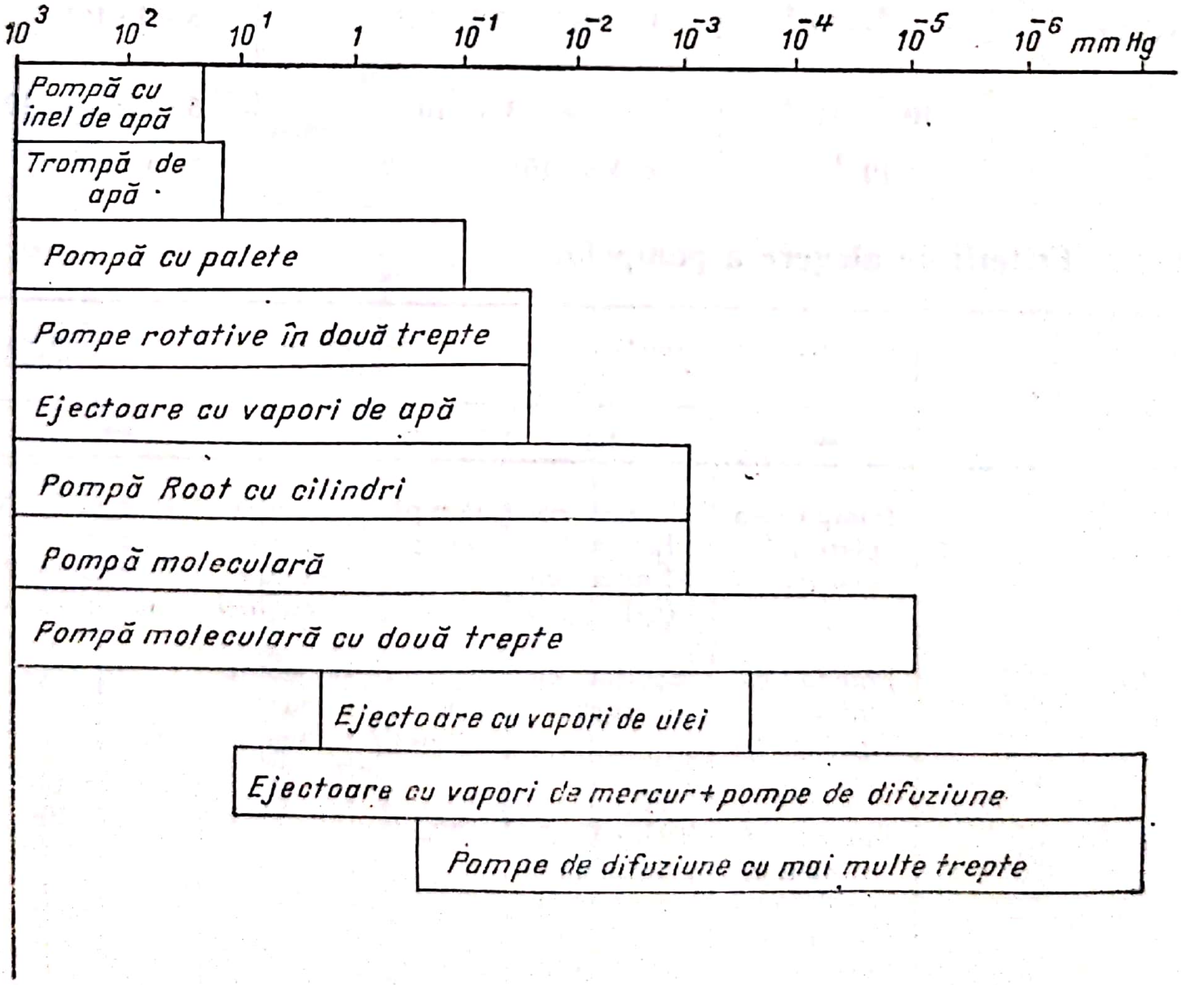


Fig. 5.11

Pentru măsurătorile de vid se poate folosi fig. 5.12 care indică domeniile de utilizare a diferitelor manometre.

Nomograma din fig. 5.13 permite calculul rapid al timpului necesar t, evacuării aerului la 20°C dintr-un recipient de volum V, de la presiunea atmosferică la presiunea p, sau în general la o presiune mică $p_v = \frac{p}{k}$, cunoscînd debitul pompei S.

Astfel pentru un recipient de volum total $V = 100$ l care se videază cu o pompă rotativă cu un debit $S = 10$ l/s se determină o constantă de timp $\tau = 10$ s; pentru vidul final de $p = 10^{-1}$ mm Hg se obţine un timp necesar de funcţionare $t \simeq 2$ min (fig. 5.13).

Tabelul 5.23.3 conţine date importante referitoare la unsorile şi chiturile de vid (v. 5.40). Tabelul 5.23.4 conţine caracteristicile lichidelor utilizate în pompele de difuziune.

5.23.1. Domenii de vid (clasificare convenţională)

Vidul	Domeniul de presiune torr	Densitatea moleculară n, mo'ecule/cm³	Drumul liber mijlociu $\bar{l}$, cm
Vid coborît	760— 1	$2{,}69 \cdot 10^{19} - 3{,}5 \cdot 10^{16}$	$6{,}6 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-3}$
Vid mijlociu	$1 - 10^{-3}$	$3{,}5 \cdot 10^{16} - 3{,}5 \cdot 10^{13}$	$5 \cdot 10^{-3} - 5$
Vid înaintat	$10^{-3} - 10^{-7}$	$3{,}5 \cdot 10^{13} - 3{,}5 \cdot 10^{9}$	$5 - 5 \cdot 10^{4}$
Vid foarte înaintat	$10^{-7} - 10^{-9}$	$3{,}5 \cdot 10^{9} - 3{,}5 \cdot 10^{7}$	$5 \cdot 10^{4} - 5 \cdot 10^{6}$
Ultravid	$< 10^{-9}$	$< 3{,}5 \cdot 10^{7}$	$> 5 \cdot 10^{6}$

5.23.2. Criterii de alegere a pompelor

Calitatea vidului	Gaze necondensabile debit		Amestecuri, debit		Vapori, debit	
	mic	mare	mic	mare	mic	mare
Vid coborît	Pompă cu piston (uscat)	Pompă rotativă Pompă cu inel	Pompă cu piston (umed)	Pompă umedă Pompă cu inel	Pompă umedă Pompă cu inel	Pompă umedă Pompă cu inel
Vid mijlociu	Pompă rotativă Ejector cu mercur	Ejector cu mercur	Ejector cu mercur	Ejector cu mercur	—	—
Vid înaintat	Pompă de difuziune cuplată cu pompa rotativă	Pompă de difuziune cuplată cu ejectoare cu mercur şi pompe rotative	—	—	—	—

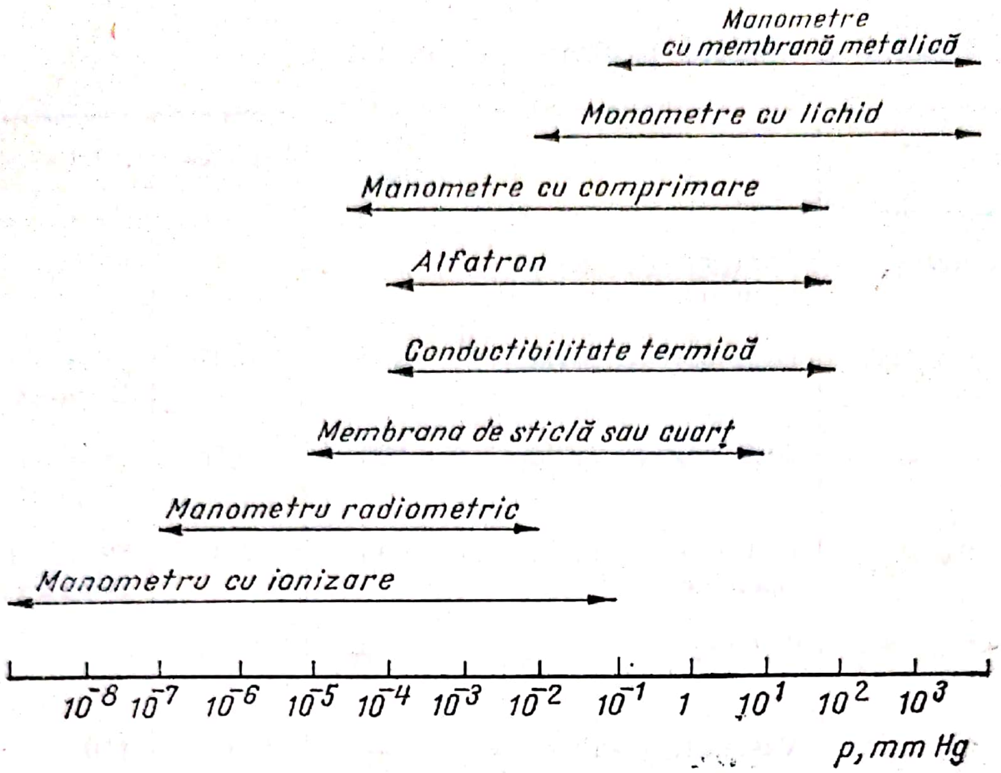


Fig. 5.12

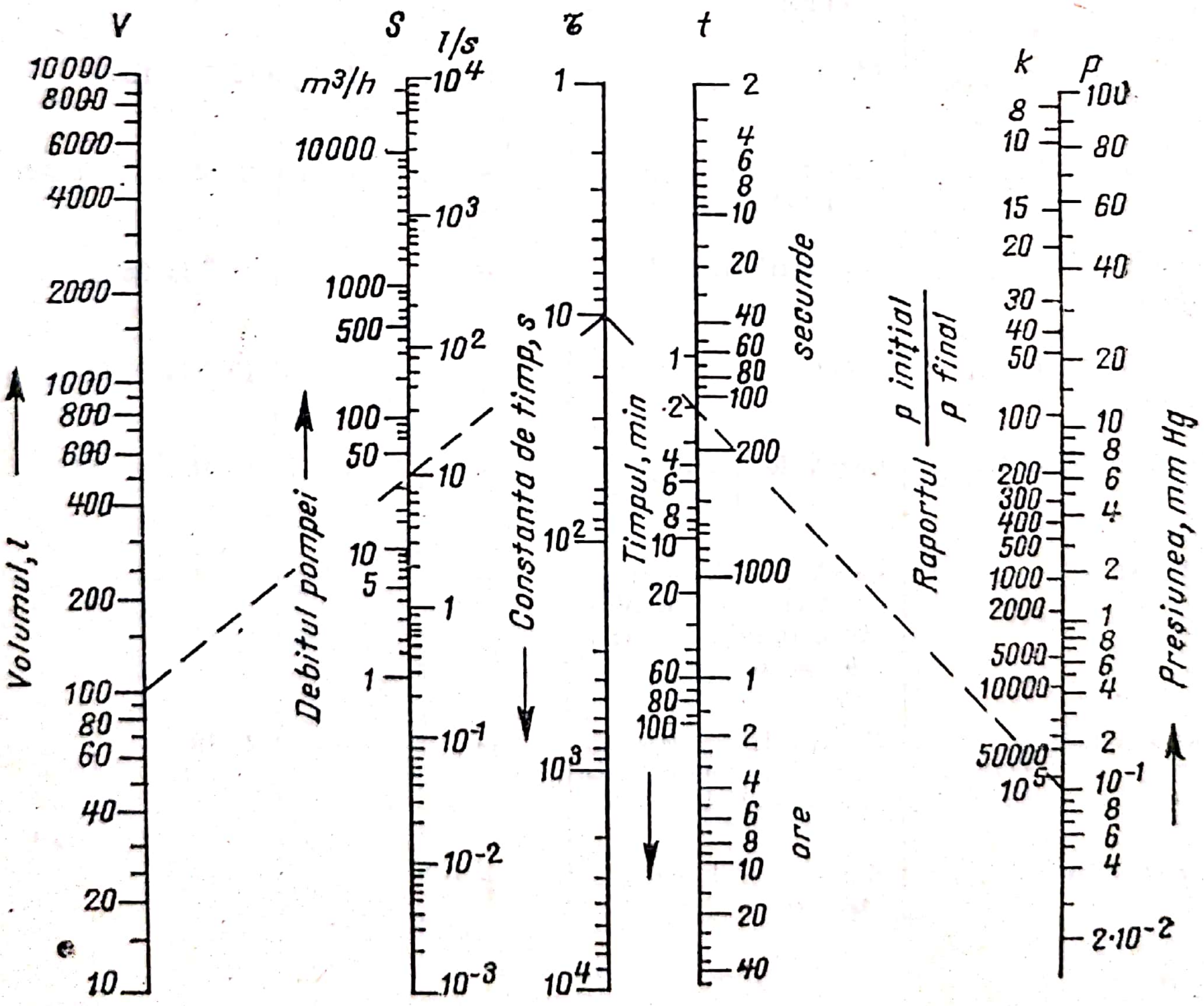


Fig. 5.13

5.23.3. Unsori și chituri pentru vid (v. 5.40)

Substanța	Compoziția chimică	Masa moleculară	Densitatea	Presiunea de vapori mm Hg
Unsoare Ramsay	Parafină + vaselină + cauciuc	—	—	10^{-4} la 20°C
Unsoare apiezon M	Hidrocarburi grele	650	0,87	Proaspăt $1 \cdot 10^{-5}$ Degazat $1 \cdot 10^{-8}$
Unsoare apiezon L	Hidrocarburi grele	500	0,86	Proaspăt $5 \cdot 10^{-5}$ Degazat $1 \cdot 10^{-8}$
Unsoare apiezon N	Hidrocarburi grele + cauciuc	900	0,86	Proaspăt 10^{-3} Degazat $1 \cdot 10^{-8}$
Unsoare pentru vid înaintat	Siliconi	—	—	—
Chit apiezon Q (moale)	Vaselină + substanțe uleioase + materiale de umplutură (anorganice)	—	1	110
Chit apiezon W (consistent)	Idem	—	1	10^{-3} la 180°C
Piceinnă	Bitum + șerlac + cauciuc	—	—	$3-4 \cdot 10^{-4}$ la 20°C
Bitum IV (OST 1296/508)	Hidrocarburi grele	—	—	10^{-6} la 20°C
Bitum V (OST 1296/508)	Idem	—	—	10^{-6} la 20°C
Ceară „universală"	Ceară de albine + + terebentină pură	—	—	$1 \cdot 10^{-3}$ la 20°C
Chit Mendeleev	Ceară + colofoniu + material de umplutură (miniu de fier) + ulei de in fiert	—	—	—
Lacuri gliptalice	Produs de condensare între glicerină și anhidrida ftalică	—	—	2 10^{-4}
Ciment Khotinski	Șerlac + ulei de antracen	—	—	$2 \cdot 10^{-3}$

Temperatura maximă de lucru, °C	Punctul de înmuiere, °C	Punctul de fierbere, °C	Utilizarea	Dizolvantul
25—30	—	—	Şlifuri şi robinete	Benzen, benzină
25	—	55	Şlifuri	Benzen, benzină
30	—	45	Şlifuri şi robinete	Benzen, benzină
30	—	—	Şlifuri şi robinete	Benzen, benzină
200	—	300	Şlifuri şi robinete	Benzen, benzină
30	60	—	Legături fără rodaj	Benzen, benzină, terebentină
80	100	—	Idem	Greu solubil
60	80	—	Fisuri, treceri de sîrmă, legături fără rodaj	Benzen, benzină, terebentină
60	70	—	Idem	Idem
80	90	—	Idem	Idem
80	100	—	Idem	Idem
—	50	—	Idem	Amestec de CCl_4 + C_2H_5OH
200	—	—	Idem	Idem
50	60—80	—	Idem	Idem

5.23.4. Lichide utilizate în pompe de difuziune și ejectoare cu vapori

Constantele A și B cuprinse în tabel corespund relației:

$$\lg p(\mu\text{torr}) = A - \frac{B}{T}$$

iar t_{-5} și t_{-2} sînt respectiv temperaturile la care lichidele ating presiunile de vapori 10^{-5} respectiv 10^{-2} torr.

Denumirea	A	B	t_{-5}(°C)	t_{-2}(°C)	Presiunea de vapori la 25°C, mm Hg
n-Dioctilftalat	15,94	6035	65	128	$4 \cdot 10^{-8}$
n-Dinonilftalat	16,41	5690	73	146	$1 \cdot 10^{-8}$
i-Diamilftalat (Amoil)	13,60	4610	22	93	$1{,}3 \cdot 10^{-5}$
Di-2-etilhexilftalat (Octoil)	15,116	5590	54	128	$2{,}3 \cdot 10^{-7}$
i-Diamilsebacat (Amoil s)	14,40	5190	25	114	$1 \cdot 10^{-6}$
Di-2-etilhexilsebacat (Octoil s)	14,26	5514	50	142	$2 \cdot 10^{-8}$
Di-3,5,5,–trimetilhexil–ftalat (Narcoil 40)	15,88	5936	57	124	$6 \cdot 10^{-8}$
Tri-*m*-crezilfosfat (*m*Cr)	13,982	5373	50	141	$9 \cdot 10^{-8}$
Tri-*p*-crezilfosfat (*p*Cr)	15,223	5926	52	144	$2 \cdot 10^{-8}$
Dibenzilsebacat (bs)	15,775	6320	64	155	$4 \cdot 10^{-9}$
Apiezon A			37	110	$2 \cdot 10^{-6}$
Apiezon B			50	127	$4 \cdot 10^{-7}$
Apiezon C (amestec de hidrocarburi)	14,67	5925	77	160	$1 \cdot 10^{-8}$
Difenil clorurat (~ penta)[1] (Arochlor)			27	93	$8 \cdot 10^{-6}$
Littonoil, Sitton (hidrocarburi liniare alcanice)			57	132	$1{,}4 \cdot 10^{-7}$
Policlor difenil (clophen A 40)[1]	13,15	4135	0	67	$2 \cdot 10^{-4}$
Silicon DC 703	14,32	6165	83	153	$5 \cdot 10^{-9}$
Diffelen					$5 \cdot 10^{-8}$
Diffelen V					$1{,}5 \cdot 10^{-8}$

---

[1] Lichide folosite în ejectoare cu vapori

5.24. COLOANE DE FRACŢIONARE

Determinarea experimentală a parametrilor de funcţionare a coloanelor de fracţionare. Parametrii care determină eficacitatea separării prin distilare fracţionată depind fie de construcţia coloanei (lungime, viteză de stabilire a echilibrului etc.), fie de condiţiile de lucru (raţia de reflux etc).

Eficacitatea unei coloane se exprimă prin numărul de talere teoretice, la un metru lungime de coloană. Deoarece numărul de talere teoretice depinde de natura amestecului şi de condiţiile de lucru, trebuie să se specifice întotdeauna amestecul utilizat pentru determinare şi condiţiile de lucru. Se recomandă folosirea unui amestec binar de lichide (tabelul 5.24.1) care corespunde unor amestecuri uşor de analizat şi cu curbe de echilibru lichid-vapori bine determinate; în tabel se menţionează domeniul de utilizare.

În tabelele 5.24.2 — 5.24.3 sînt prezentate datele necesare la analiză refractometrică a amestecurilor celor mai des utilizate: benzen-tetraclorură de carbon şi *n*-heptan-metilciclohexan, iar tabelul 5.24.4 conţine datele de determinare a numărului de talere teoretice în cazul amestecului benzen-tetraclorură de carbon (v. şi vol. III) din indicele de refracţie al distilatului şi al amestecului din balonul de distilare. De exemplu, dacă la atingerea echilibrului (valori practic identice) distilatul are $n_D^{25} = 1{,}4692$, iar amestecul din balon are $n_D^{25} = 1{,}4902$ se găsesc în tabelul 5.24.4 valorile 22,9 respectiv 6,8, deci: $22{,}9 - 6{,}8 = 16{,}1 \approx 16$ talere teoretice. Precizia determinării nu depăşeşte 0,5—1 talere, deci exactitatea calculelor şi a măsurătorilor nu trebuie extinsă peste această limită. Măsurătorile de compoziţie trebuie să corespundă regimului staţionar de funcţionare al coloanei la reflux total şi se fac pe probe cît mai mici.

În general numărul de talere se poate determina prin relaţia lui Fenske!

$$N = \frac{\lg \dfrac{x_d(1 - x_b)}{x_b(1 - x_d)}}{\lg \bar{\alpha}} - 1$$

în care x_d şi x_b sînt fracţia molară în distilat şi în balon (blaz) iar $\bar{\alpha}$ este media volatilităţilor relative între cele două compoziţii (blaz şi distilat) calculată din raportul presiunilor parţiale. Se poate aplica şi metoda grafică bazată pe curba de echilibru (v. vol. III).

Înălţimea echivalentă a unui taler teoretic este dată astfel de raportul dintre lungimea coloanei L şi numărul de talere teoretice N: IETT (HETP) $= L/N$.

O altă caracteristică a coloanei este *reţinerea*: cantitatea de vapori şi lichid din coloană în regimul de funcţionare este reţinerea dinamică, iar reţinerea statică corespunde la cantitatea de lichid rămasă în coloană după întreruperea operaţiei. Reţinerea dinamică determină cantitatea minimă distilabilă (volumul componentului prezent în cantitatea cea mai mică trebuie să fie aproximativ de cinci ori mai mare decît reţinerea dinamică, sau volumul probei să fie de minimum zece ori mai mare decît reţinerea dinamică, *R.D.*). Pentru determinarea experimentală se foloseşte o soluţie a unei substanţe greu volatilă, de exemplu acid stearic în *n*-heptan. În balonul de distilare (blaz) se introduce un volum V de soluţie cu concentraţie cunoscută şi se distilă la reflux total cînd se determină din nou concentraţia în blaz:

$$R.D. = V\left(1 - \frac{C_0}{C_1}\right)$$

în care C_0 şi C_1 sînt concentraţiile, iniţială şi finală.

Reţinerea statică se determină direct prin umplerea cu lichid a coloanei astupate la partea inferioară cu un dop şi măsurarea volumului de lichid.

Capacitatea de trecere prin coloană determină viteza de distilare şi este reprezentată de volumul de lichid care trece prin coloană ca vapori în unitatea de timp (se măsoară la vîrful ori la baza coloanei). Limita trecerii prin coloană corespunde punctului de înnecare, care se determină prin refluxul la care coloana se înneacă.

Raţia de reflux, care corespunde la raportul dintre debitul refluxului (lichidul care se întoarce în coloană) şi al distilatului, controlează într-o măsură importantă eficacitatea coloanei.

Eficacitatea maximă corespunde la refluxul total (raportul este infinit, cazul condițiilor de determinare a numărului de talere teoretice al coloanei). În general raportul de reflux este menținut între limitele $\frac{2}{3}N \ldots \frac{3}{2}N$.

Rația de reflux se reglează manual sau automat.

Pierderea de presiune se determină experimental cu un manometru diferențial între baza și vîrful coloanei.

Intervalul de timp de stabilire a echilibrului este determinat prin măsurarea temperaturii la vîrful coloanei care trebuie să aibă o valoare minimă.

5.24.1. Amestecuri binare indicate pentru determinarea eficacității coloanelor

Amestecul		Temperatura de fierbere		Numărul de talere N
A	B	A	B	
Tetraclor-metan	Benzen)[1]	76,75	80,2	0— 25
Metil-ciclohexan	Toluen	100,85	110,6	0— 30
Benzen	*n*-Heptan	80,2	98,4	5— 35
Benzen	Diclor-etan	80,2	83,7	10— 70
n-Heptan	Metil-ciclohexan	98,4	100,85	10— 90
2,2,4-Trimetilpentan	Metil-ciclohexan	99,3	100,85	50—150
n-Heptan	2,2,4-Trimetil-pentan	98,4	99,3	50—200

1) La folosirea acestui amestec, distilatul obținut nu trebuie să conțină mai mult de 80% CCl_4.

5.24.2. Date de echilibru pentru determinarea eficacității coloanelor cu soluție *n*-heptan-metilciclohexan

Fracția molară de *n*-heptan		Indicele de refracție n_D^{20}	Densitatea d_4^{20}	Temperatura de fierbere, °C (la 760 mm Hg)	Fracția molară de *n*-heptan		Indicele de refracție n_D^{20}	Densitatea d_4^{20}	Temperatura de fierbere °C(la 760 mm Hg)
În vapori	În lichid				În vapori	În lichid			
0,0000	0,0000	1,4232	0,7693	100,80	—	0,5186	1,4036	0,7218	99,20
0,0350	0,0310	—	—	—	0,5780	0,5590	—	—	—
0,0620	0,0580	—	—	—	0,6180	0,5990	—	—	—
—	0,0787	1,4200	0,7613	100,55	—	0,6056	1,4004	0,7145	99,00
0,1030	0,0950	—	—	—	0,6660	0,6470	—	—	—
0,1430	0,1330	—	—	—	—	0,6993	1,3970	0,7069	98,84
—	0,1638	1,4165	0,7535	100,35	0,7280	0,7090	—	—	—
0,1920	0,1800	—	—	—	0,7710	0,7560	—	—	—
0,2290	0,2160	—	—	—	—	0,7942	1,3942	0,6992	98,60
—	0,2486	1,4135	0,7454	100,15	0,8100	0,7960	—	—	—
0,2890	0,2715	—	—	—	0,8535	0,8430	—	—	—
0,3330	0,3170	—	—	—	0,8900	0,8790	—	—	—
—	0,3372	1,4100	0,7377	—	0,9130	0,9060	—	—	—
0,3810	0,3630	—	—	—	0,9400	0,9310	—	—	—
0,4200	0,4010	—	—	—	—	0,9338	1,3899	0,6884	98,90
—	0,4126	1,4075	0,7312	99,70	0,9625	0,9540	—	—	—
0,4750	0,4560	—	—	—	0,9860	0,9800	—	—	—
0,5210	0,5010	—	—	—	1,0000	1,0000	1,3878	0,6839	98,40

5.24.3. Date de echilibru pentru determinarea eficacității coloanelor cu soluție benzen-tetraclorură de carbon

Fracția molară de tetraclorură de carbon		Indicele de refracție n_D^{25}	Fracția molară de tetraclorură de carbon		Indicele de refracție n_D^{25}
În vapori	În lichid		În vapori	În lichid	
0,000	0,000	1,49794	0,812	0,800	1,46555
0,122	0,100	1,49392	0,831	0,820	—
0,233	0,200	1,48997	0,850	0,840	—
0,337	0,300	1,48589	0,869	0,860	—
0,437	0,400	1,48178	0,888	0,880	—
0,534	0,500	1,47772	0,907	0,900	1,46142
0,628	0,600	1,47369	0,918	0,918	—
0,720	0,700	1,46963	1,000	1,000	1,45732

5.24.4. Determinarea numărului de talere teoretice cu amestec benzen-tetraclorură de carbon

n_D^{25}	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
	Numărul de talere									
1,4610	—	—	—	—	—	37,7	37,4	37,1	36,8	36,6
20	36,3	36,1	35,8	35,6	35,4	35,2	35,0	34,8	34,5	34,3
30	34,0	33,8	33,6	33,3	33,1	32,8	32,6	32,4	32,1	31,9
40	31,7	31,5	31,3	31,1	30,9	30,6	30,4	30,2	29,9	29,7
50	29,5	29,3	29,1	28,9	28,7	28,5	28,3	28,1	27,9	27,7
60	27,5	27,3	27,1	27,0	26,8	26,6	26,5	26,3	26,2	26,1
70	25,9	25,7	25,5	25,4	25,2	25,0	24,9	24,7	24,6	24,5
80	24,3	24,2	24,0	23,9	23,8	23,7	23,5	23,4	23,3	23,2
90	23,1	23,0	22,9	22,7	22,6	22,5	22,4	22,3	22,2	22,0
1,4700	21,9	21,8	21,7	21,6	21,5	21,4	21,3	21,2	21,0	20,9
10	20,8	20,7	20,6	20,5	20,4	20,3	20,2	20,1	20,0	19,9
20	19,8	19,8	19,7	19,7	19,6	19,5	19,4	19,3	19,2	19,1
30	19,0	18,9	18,8	18,8	18,7	18,6	18,5	18,4	18,3	18,2
40	18,1	18,0	17,9	17,8	17,7	17,7	17,6	17,5	17,4	17,3
50	17,3	17,2	17,1	17,0	16,9	16,9	16,8	16,7	16,7	16,6
60	16,5	16,5	16,4	16,3	16,2	16,2	16,1	16,0	15,9	15,9
70	15,8	15,8	15,7	15,6	15,5	15,5	15,4	15,3	15,2	15,1
80	15,1	15,0	14,9	14,9	14,8	14,7	14,6	14,5	14,5	14,4
90	14,4	14,3	14,2	14,1	14,1	14,0	13,9	13,8	13,8	13,7
1,4800	13,7	13,6	13,6	13,5	13,4	13,4	13,3	13,2	13,1	13,1
10	13,0	12,9	12,9	12,8	12,8	12,7	12,7	12,6	12,5	12,4
20	12,4	12,3	12,2	12,2	12,1	12,0	12,0	11,9	11,9	11,8
30	11,7	11,7	11,6	11,6	11,5	11,4	11,4	11,3	11,2	11,1
40	11,0	11,0	10,9	10,9	10,8	10,8	10,7	10,6	10,6	10,5
50	10,4	10,3	10,3	10,2	10,1	10,0	10,0	9,9	9,9	9,8
60	9,8	9,7	9,6	9,5	9,5	9,4	9,3	9,3	9,2	9,1
70	9,1	9,0	8,9	8,9	8,8	8,8	8,7	8,6	8,5	8,5
80	8,4	8,3	8,2	8,1	8,1	8,0	8,0	7,9	7,8	7,8
90	7,7	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,1	7,1	7,0

5.24.4 (continuare)

n_D^{25}	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
	Numărul de talere									
1,4900	6,9	6,9	6,8	6,8	6,7	6,6	6,5	6,4	6,3	6,2
10	6,1	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,2
20	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3
30	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2
40	3,1	2,9	2,8	2,7	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9
50	1,9	1,6	1,4	1,2	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	0,2

5.25. COLOANE DE LABORATOR

Tabelul 5.25.1. conţine caracteristicile coloanelor cu umplutură des utilizată, din spirale de sticlă, oţel inoxidabil, aluminiu şi nichel (spire Fenske). Coloanele sînt umplute uniform, fără canale.

Tabelul 5.25.2. conţine caracteristicile coloanelor cu clopote de sticlă (Bruun) de obicei cu un diametru de 2,5 cm, cu distanţa între talere de 2 cm.

Numărul de talere pentru valorile conţinute în tabel este de 100; numărul de talere teoretice (*N*) este determinat cu soluţia *n*-heptan—metilciclopentan (v. tabelul 5.24.2).

5.25.1. Caracteristicile coloanei cu spirale Fenske

Materialul	Dimensiunea spiralei cm	Lungimea coloanei cm	Diametrul coloanei cm	Numărul de talere *N*	Pierderea de presiune mm Hg/taler	Reţinerea, mm/taler	Capacitatea de trecere prin coloană ml/h
Sticlă	0,4	315	0,8	67	—	4	6
	0,4	315	0,8	52,5	—	10	12
	0,4	315	0,8	40	—	10	18
	0,4	315	0,8	34	—	14	24
	0,4	150	0,8	30	—	—	—
	0,4	38	1,0	8	—	—	—
	0,4	43	1,0	11	—	7,7	157
	0,4	43	1,0	11	—	8,5	471
	0,4	80	1,2	18	—	—	678
	0,4	157	2,0	41,5	—	55	1800
	0,8	205	3,5	22	—	280	8500
Oţel inoxidabil	0,24	70	0,8	27	—	5,8	201
	0,24	81	1,2	37	—	20	452
	0,24	366	1,5	135	21,3	—	740
	0,24	366	2,0	130	21,3	—	1240
	0,24	366	2,5	125	21,3	—	1560
	0,24	265	2,54	140	1,8	168	500
	0,24	265	2,54	126	6,3	202	1000
	0,24	265	2,54	88	50,2	300	3000
	0,2	72	0,8	55	—	88	151
	0,2	105	2,54	65	1,3	78	500

5.25.1 (continuare)

Materialul	Dimensiunea spiralei cm	Lungimea coloanei cm	Diametrul coloanei cm	Numărul de talere N	Pierderea de presiune, mmHg/taler	Reținerea, mm/taler	Capacitatea de trecere prin coloană, ml/h
Oțel inoxidabil	0,2	105	2,54	62	4,3	96	1000
	0,2	105	2,54	43	28	142	5000
	0,4	259	5,1	24,5	22	—	14000
	0,4	259	5,1	19	—	—	3500
Aluminiu	0,7	259	5,1	23,4	26	—	20200
	0,8	259	5,1	17	3	—	19600
	0,8	259	5,1	17,5	10	—	21300
Nichel	0,4	30,5	0,6	8	—	—	300
	0,4	30,5	0,6	11	—	—	60
	0,4	1250	3,3	94	39	—	2500
	0,4	1250	3,3	122	80	—	4200
	0,4	259	5,1	45	31	—	10000

5.25.2. Caracteristicile coloanei cu clopote de sticlă (Bruun)

Capacitatea de trecere ml/min	N	IETT cm	Reținerea ml/taler
5	70,6	2,8	0,93
8	84,2	2,4	
10	72,6	2,8	
30	punct de înnecare		

5.26. SITE MOLECULARE [1]). ADSORBȚIE SELECTIVĂ

Zeoliții naturali și sintetici (alumosilicați hidratați de calciu, de sodiu și alte metale) au efecte de site moleculare (S.M.) prin structura cristalină cu goluri de diferite dimensiuni.

Compoziția chimică a sitelor moleculare corespunde la:

Sita moleculară 4A (cu goluri de 4 Å), $96 \pm 0,04\ Na_2O \cdot Al_2O_3\ 1,92 \pm 0,09\ SiO_2 \cdot n H_2O$; cristale cubice cu parametrul cristalin $a = 12,32$ Å;

Sita moleculară 5A (cu goluri de 5 Å), analog cu 4A cu 75% Na înlocuit cu Ca, cristale cubice cu parametrul cristalin $a = 12,32$ Å;

Sita moleculară 13 X (cu goluri de 10 Å), $0,83 \pm 0,05\ Na_2O \cdot Al_2O_3\ 2,48 \pm 0,3\ SiO_2 \cdot n H_2O$, cristalele cubice cu parametrul cristalin $a = 24,95$ Å.

Volumul golurilor din rețeaua cristalină evaluat prin îndepărtarea apei este de 45% pentru site moleculare 4A și 5A și de 51% pentru site moleculare 13 X. Caracteristicile generale ale sitelor moleculare sînt prezentate în tabelul 5.26.1.

În tabelul 5.26.2 sînt enumerate substanțele care se adsorb pe diferite tipuri de site moleculare în funcție de dimensiunile moleculare, ceea ce explică selectivitatea adsorbției.

---

[1]) Molecular sieves (Linde Co.) sau Microtrape (Davison Co.) și site moleculare S.M.P. fabricate în R.S.R.

5.26.1. Caracteristicile generale ale sitelor moleculare

Simbolul	3A	4A	5A	10X	13X
Cationul	K	Na	Ca	Cd	Na
Densitatea, g/cm^3			1,6		
Densitatea aparentă (granule 1,6 mm) g/cm^3	0,75	0,7	0,7	0,6	0,6
Căldura specifică la 40°C, cal/g · grd	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Volumul golurilor, cm^3/g	0,28	0,28	0,28	0,35	0,35
Diametrul efectiv al golurilor, Å	3	4,2	5,0	8	10
Capacitatea maximă de adsorbție a apei, % greut.	—	23	24	—	28
*p*H în apă	10 —9,5				
*p*H inferior (limită fără distrugerea rețelei)	5				
Conductibilitatea termică, kcal/m·h·grd	0,5				
Suprafața internă de adsorbție, m^2/g	700—800				
Suprafața externă, m^2/g	1—10				
Limita de stabilitate, °C	700				
Domeniu de temperatură de regenerare, °C	200—400				

5.26.2. Caracteristicile adsorbției selective pe site moleculare

Adsorbit pe site 4A și 5A	Adsorbit pe site 5A	Neadsorbit pe site 4A și 5A
H_2O CO_2	Propan și *n*-alcani Pînă la C_{14}	Izobutan și izoparafine Izopropanol și toți alcoolii izo, secundari, terțiari Benzen și aromate
CO H_2S SO_2 NH_3	Butene și *n*-alchene superioare	
	n-Butanol și *n*-alcooli superiori	Ciclohexan și toți cicloalcanii cu ciclul mai mare de 4
N_2	Ciclopropan	
CH_4 CH_3OH	Freon 12	

5.26.2 (continuare)

Adsorbit pe site 4A şi 5A	Adsorbit pe site 5A	Neadsorbit pe site 4A şi 5A
C_2H_6 C_2H_5OH C_2H_4 C_2H_2 C_3H_6 n-C_3H_7OH C_2H_4O		CCl_4 Hexaclorbutadiena Freon 114 Freon 1 SF_6 BF_3 Molecule mai mari de 5 Å (adsorbabile pe 13 X)

5.27. USCAREA. AGENŢI DE USCARE

Tabelele 5.27 conţin date caracteristice importante pentru uscarea substanţelor.

În tabelul 5.27.1 sînt redate temperaturile de condensare (punctul de rouă) ale gazelor la diferite umidităţi relative şi conţinutul de vapori de apă, mg H_2O/l (în condiţii normale, c.n.), iar fig. 5.14 reprezintă diagrama punct de rouă — umiditate, în mg/m³ (c. n.).

În tabelele 5.27.2 şi 5.27.3 sînt redate caracteristicile agenţilor obişnuiţi de uscare, presiunea vaporilor de apă respectiv umiditatea în mg H_2O/l şi sînt indicate posibilităţile de utilizare.

Sitele moleculare se utilizează din ce în ce mai mult în tehnica de uscare (v. 5.2.6). Tabelele 5.27.4 şi 5.27.5 permit o comparaţie între capacitatea de absorbţie a vaporilor de apă

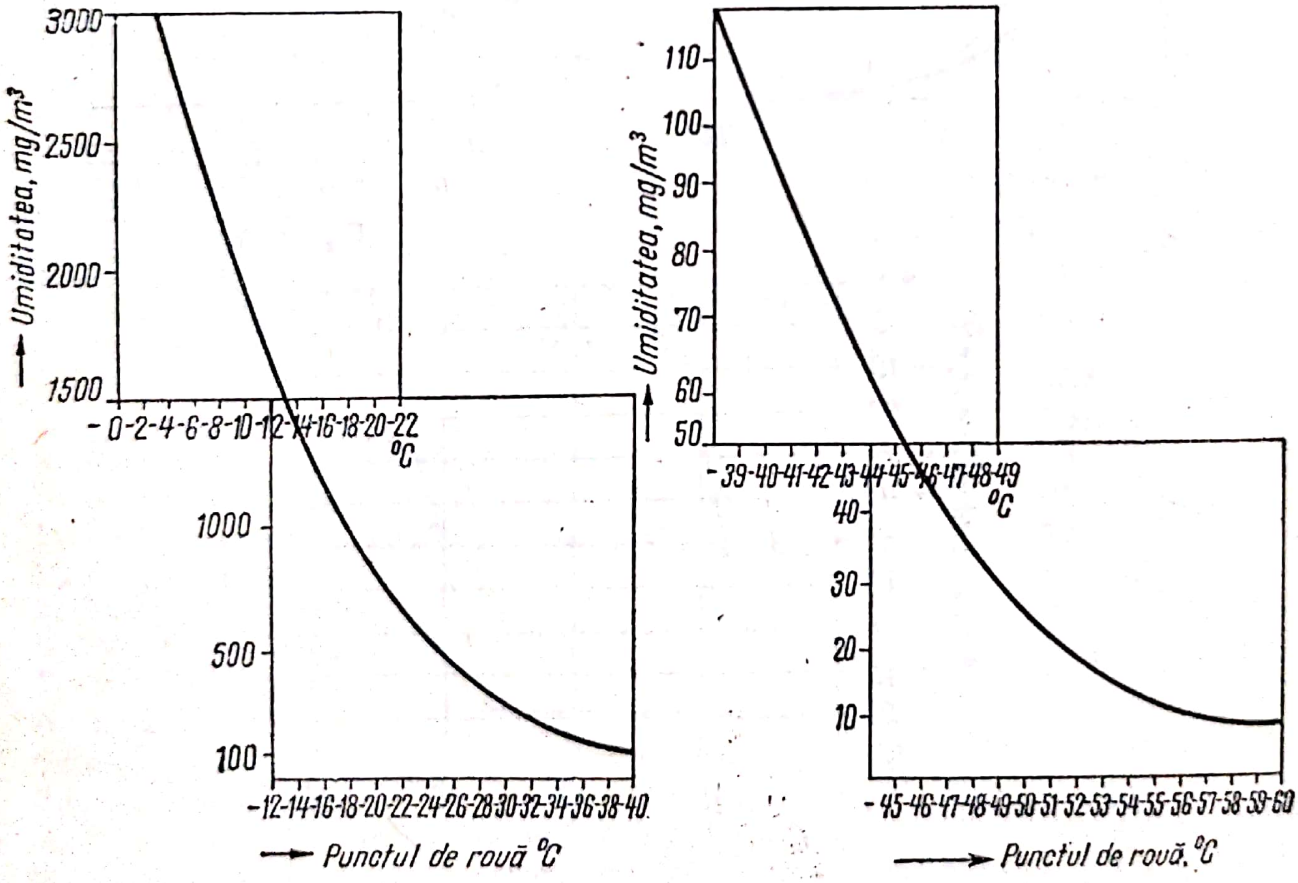


Fig. 5.14

(la o umiditate relativă de 5%) și între posibilitățile de utilizare ale sitelor moleculare și a altor agenți importanți de uscare. Tabelul 5.27.6 conține presiunile de vapori ale apei la 25°C în echilibru cu diferite încărcări de apă a agentului de uscare.

Figura 5.15 reprezintă izobarele de absorbție (p_{H_2O} = 10 mm Hg) pentru diferiți adsorbanți, iar fig. 5.16 reprezintă capacitatea de adsorbție (de echilibru) a adsorbanților în funcție de umiditatea relativă. În fig. 5.17 este reprezentată temperatura de condensare (punctul de rouă) a aerului la presiunea normală, care a trecut printr-o coloană de 75 cm lungime umplută cu diverși agenți de uscare, cu o viteză liniară de 0,2 m/min și cu umiditatea relativă inițială

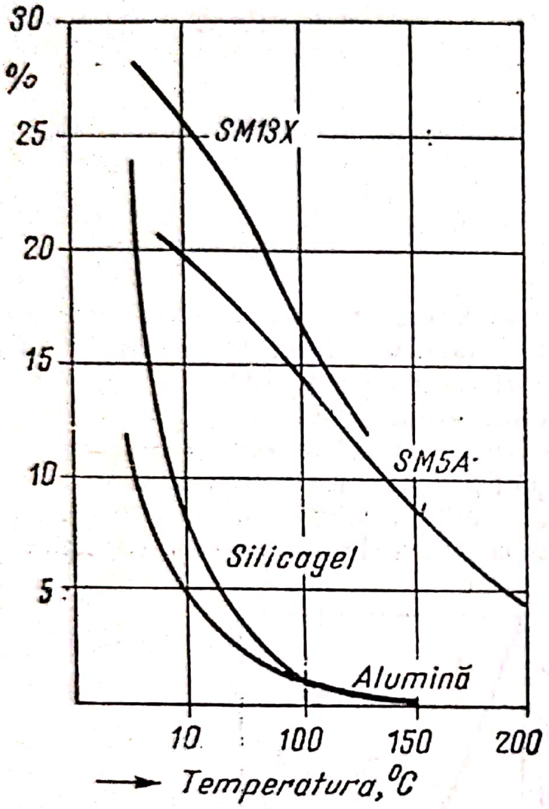


Fig. 5.15

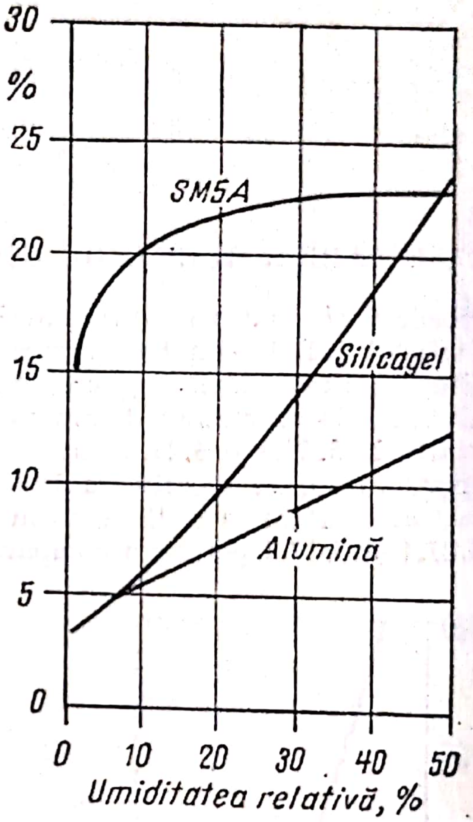


Fig. 5.16

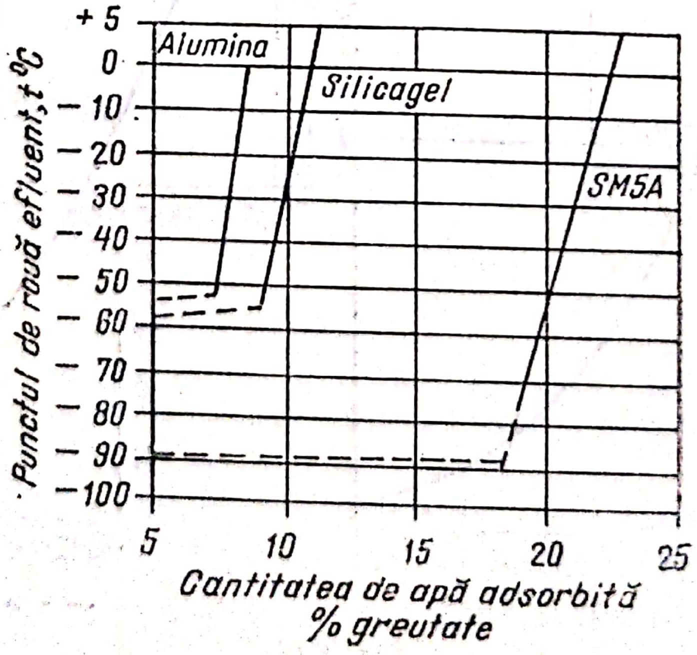


Fig. 5.17

de 7%; figura permite observarea capacității de adsorbție, în regim dinamic, deci capacitatea de rupere a coloanei (% greut).

5.27.1. Umiditatea gazelor în funcție de temperatura de condensare (punctul de rouă)

Temperatura de condensare	+20	+10	0	−10	−20	−30	−40
P_{H_2O}, mmHg	17,5	9,2	4,6	1,9	$7{,}7 \cdot 10^{-1}$	$2{,}8 \cdot 10^{-1}$	$9{,}3 \cdot 10^{-2}$
mm H_2O/l (c.n.)	19	10,0	5,0	2,1	$8{,}4 \cdot 10^{-1}$	$3{,}0 \cdot 10^{-1}$	$1{,}0 \cdot 10^{-1}$
Umiditatea relativă, %	100	52,5	26,0	11,0	4,4	1,6	$5{,}3 \cdot 10^{-1}$

Temperatura de condensare	−50	−60	−70	−80	−90	−100
P_{H_2O}, mmHg	$2{,}9 \cdot 10^{-2}$	$8{,}3 \cdot 10^{-3}$	$2{,}0 \cdot 10^{-3}$	$4{,}2 \cdot 10^{-4}$	$7{,}5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$
mg H_2O/l (c.n)	$3{,}1 \cdot 10^{-2}$	$9{,}0 \cdot 10^{-3}$	$2{,}2 \cdot 10^{-3}$	$4{,}6 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Umiditatea relativă, %	$1{,}7 \cdot 10^{-1}$	$4{,}7 \cdot 10^{-2}$	$1{,}1 \cdot 10^{-2}$	$2{,}4 \cdot 10^{-3}$	$4{,}5 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-5}$

5.27.2. Eficacitatea agenților de uscare pentru gaze

In tabel se indică apa reziduală din gaz, după stabilirea echilibrului, la temperatura ndicată (în condiții limită)

Agentul de uscare	Umiditatea mg H_2O vapori la 1 l gaz	Presiunea de vapori a apei mm Hg	Temperatura de lucru °C
Acid sulfuric, H_2SO_4, conc.	$2{,}0 \cdot 10^{-3}$	$2{,}1 \cdot 10^{-3}$	16
Clorură de calciu, granulată $CaCl_2$	0,14...0,16	0,145...0,165	25
Clorură de calciu, topită $CaCl_2$	0,34	0,35	25
Clorură de calciu cristalizată, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$	4,92	5,08	26
Bromură de calciu, $CaBr_2$	0,18	0,186	25
Oxid de calciu, CaO	0,2	0,21	25
Oxid de magneziu, MgO	$8 \cdot 10^{-3}$	$8{,}3 \cdot 10^{-3}$	25
Hidroxid de potasiu, topit, KOH	$2{,}0 \cdot 10^{-3}$	$2{,}1 \cdot 10^{-3}$	25
Hidroxid de sodiu, topit, NaOH	0,15	0,155	25
Perclorat de magneziu, $Mg(ClO_4)_2$ (anhidron)	$5{,}0 \cdot 10^{-4}$	$5{,}2 \cdot 10^{-4}$	25
$Mg(ClO_4)_2 \cdot 3H_2O$	$2{,}0 \cdot 10^{-3}$	$2{,}1 \cdot 10^{-3}$	25
Sulfat de cupru, $CuSO_4$	1,4	1,45	25
Clorură de zinc, $ZnCl_2$	0,8	0,83	25
Pentoxid de fosfor, P_2O_5	$2{,}5 \cdot 10^{-5}$	$2{,}6 \cdot 10^{-5}$	16
Alumină activată	$4{,}9 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	25
Silicagel	$4{,}9 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	25
Site moleculare LMS-4A [1]	$<3 \cdot 10^{-4}$	$<3 \cdot 10^{-4}$	25
Apă	23,017	23,756	25

---

[1] V. și tabelul 5.27.4 — 5.27.6

5.27.3. Caracteristicile de utilizare ale agenţilor de uscare

Agentul de uscare	Indicat pentru:	Nu se va folosi la:	Observaţii
Aluminiu, calciu	Alcooli		Substanţa trebuie redistilată
Sodiu, potasiu-sodiu, plumb-sodiu	Hidrocarburi, eteri, acooli	Derivaţi halogenaţi, pericol de explozie	
Sulfaţi de: sodiu, calciu, magneziu	Eteri, esteri, hidrocarburi, soluţii de substanţe sensibile		Sulfatul de calciu reacţionează rapid cu apa
Perclorat de magneziu sau de bariu	Substanţe solide, amoniac, gaze	Perclorat de bariu pentru amoniac (se absoarbe)	Atenţie la vaporii de substanţe organice
Clorură de calciu	Clor, olefine, eter, gaze neutre, substanţe solide	Alcooli primari, amoniac, amine, fenol, iod, brom	Acţionează chiar ca soluţii la rece
Azotat de calciu	Nitroderivaţi, esteri, hipoazotida,		
Sulfat de cupru (II)	Acizi graşi inferiori, alcooli, esteri		
Hidrura de calciu	Uleiuri, hidrocarburi, tetraclorură de carbon, eter, amine, hidrogen		Alcooli inferiori, acizi, mercaptani sînt absorbiţi
Carbonat de potasiu	Acetonă, amine, derivaţi cloruraţi, nitrili		
Hidroxizi de sodiu, potasiu	Amoniac, dioxan, substanţe solide, piridona, anilină, baze	Aldehide, cetone acizi	Îndepărtează în acelaşi timp şi vapori acizi
Oxid de bariu, calciu, natron-kalk (calce sodată)	Alcooli, amoniac, amine, fosfine	Aldehide, cetone acizi	Alcoolii trebuie distilaţi; se îndepărtează şi vapori acizi
Oxid de aluminiu (alumină)	Esteri, piridină, hidrocarburi, benzen, oxigen, azot, hidrogen		
Silicagel	Substanţe solide, gaze	Fluor, acid fluorhidric	
Site moleculare	Pînă la 100°C gaze, substanţe solide, dizolvanţi organici	Hidrocarburi nesaturate	

5.27.3 (continuare)

Agentul de uscare	Indicat pentru:	Nu se va folosi la:	Observații
Pentoxid de fosfor	Oxigen, azot, hidrogen, oxid de carbon, oxizi de azot, acetilenă, fosfină, arsină, sulfură de carbon, tetraclorură de carbon, hidrocarburi, soluții acide, substanțe solide	Eter, acetonă, baze, acid clorhidric, fluorhidric	
Acid sulfuric	Clor, brom, acid clorhidric bioxid, și oxid de carbon, dinitrogen oxid, hidrogen, bioxid de sulf, metan	Amoniac, acid bromhidric, acid iodhidric, hidrogen sulfurat, fosfine, acid cianhidric, etilenă hipoazotidă	

5.27.4. Capacitatea de adsorbție la umiditate relativă de 5%

Materialul	Capacitatea de adsorbție, g/100 g
Alumină activată	3
Silicagel	3
S M 4 A —	18
$Mg(ClO_4)_2$	>25
$CaSO_4$	6

5.27.5. Comparație între caracteristicile de utilizare ale unor agenți de uscare

Caracteristica	S.M.	$Mg(ClO_4)_2$	$CaSO_4$	Silicagel	Alumină activată
Presiune H_2O coborîtă	da	da	da	—	—
Capacitate de absorbție mare	da	da	—	da	da
Pericol de explozie	—	da	—	—	—
Domeniu ridicat de temperatură	da	da	da	—	—
Nedelicvescență	da	—	da	da	da
Nealterabil cu apa	da	—	—	—	da
Regenerabil	da	da	da	da	da
Necorosiv	da	da	da	da	da

5.27.6. Presiunea de vapori de echilibru a apei, în mm Hg, la 25°C, la diferite încărcări a agenților de uscare

Agentul de uscare	Presiunea de vapori la încărcarea în g/100 g suport				
	1	5	10	15	20
Alumina activată	0,15	1,2	7,6	14,4	—
Silicagel	0,15	0,8	5,6	6,9	8,5
S.M.4 A	<0,01	0,02	0,07	1,2	0,5
$Mg(ClO_4)_2$	0,015	0,015	0,015	0,02	0,10

5.28. NOMOGRAMA PENTRU DETERMINAREA MASEI MOLECULARE A POLIMERILOR DIN PRESIUNEA OSMOTICĂ

Determinarea masei moleculare a polimerilor prin presiunea osmotică (π) se bazează pe ecuația generală a soluțiilor reale (v. vol. III):

$$\frac{\pi}{c} = RT\,(A_1 + A_2 c + A_3 c^2 + \ldots)$$

în care c este concentrația; R constanta generală a gazului perfect (v. 4); T temperatura în grade absolute; A_1, A_2 etc. sînt coeficienții de virial ai presiunii osmotice. Primul coeficient de virial este:

$$A_1 = \frac{1}{M}$$

și deoarece corespunde ecuației soluțiilor perfecte

$$\pi = c\,\frac{RT}{M}$$

valabilă practic numai la $c \to 0$.

În cazul polimerilor, M reprezintă masa moleculară medie numerică:

$$\overline{M}_n = \frac{\sum N_i M_i}{\sum N_i}$$

În determinările practice se citește presiunea osmotică prin înălțimea h a coloanei de dizolvant (în cm) la diferite concentrații, se extrapolează la $c \to 0$, raportul $\frac{\pi}{c}$ și se calculează deci $\overline{M}_n$ din primul coeficient de virial.

Nomograma din fig. 5.18 permite o evaluare rapidă a masei moleculare a polimerului cercetat prin liniarizarea presiunilor osmotice (h în cm) citite pentru soluțiile de 1 g polimer la 100 cm³ soluție, respectiv 0,75 și 0,56 g/100 cm³ pe scările din stînga; se determină $(h/c)_{c=0}$ și apoi cu scara de densitate a dizolvantului se determină $\overline{M}_n$. Astfel, pentru datele experimentale obținute cu polistiren dizolvat în benzen la 35°C, cu o densitate 0,86 g/cm³, cu $h\ (c = 1) = 9$ cm, $h\ (c = 0{,}75) = 5{,}8$ și $h\ (c = 0{,}56) = 3{,}7$ cm, se găsește $\left(\frac{h}{c}\right)_{c=0} = 4{,}8$ și deci $\overline{M}_n \simeq$ $\simeq 63\,000$.

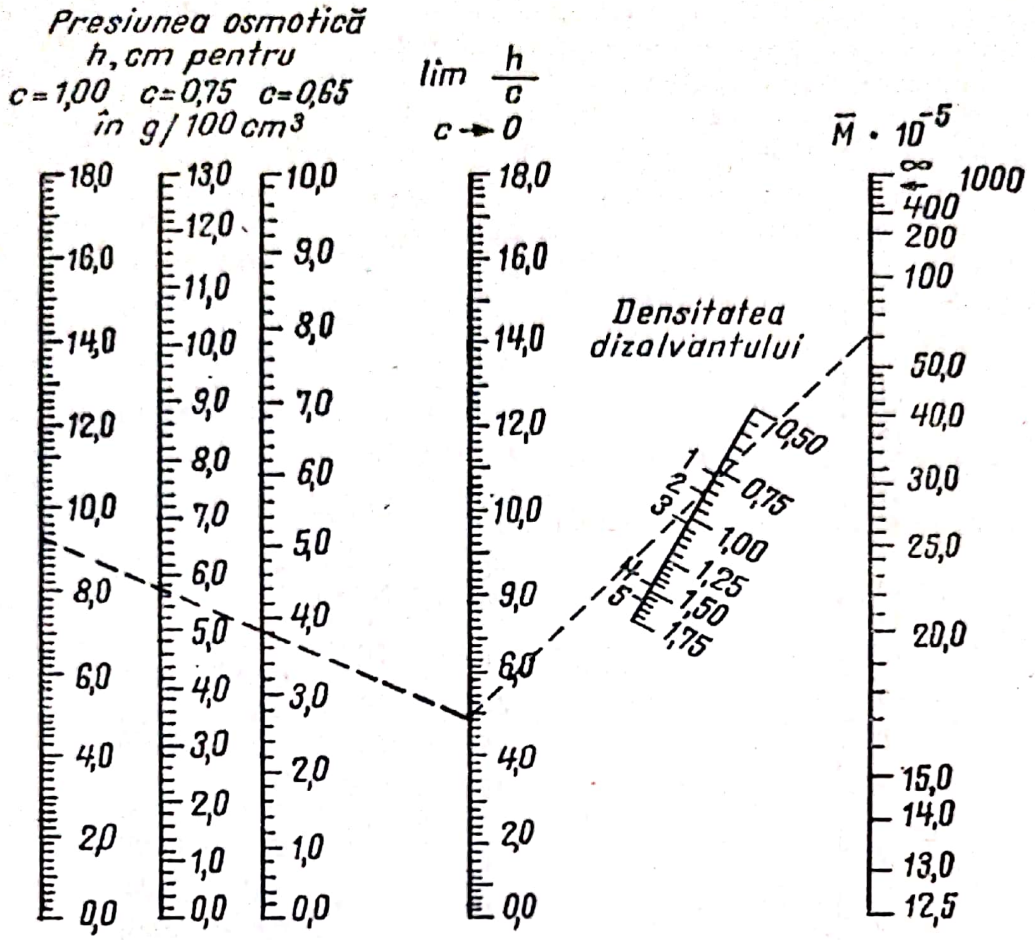

Presiunea osmotică
h, cm pentru
c=1,00 c=0,75 c=0,65
în g/100 cm³
lim h/c
c → 0
M̄ · 10⁻⁵
Densitatea dizolvantului
18,0
16,0
14,0
12,0
10,0
8,0
6,0
4,0
2,0
0,0
13,0
12,0
11,0
10,0
9,0
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
10,0
9,0
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
18,0
16,0
14,0
12,0
10,0
9,0
6,0
4,0
2,0
0,0
0,50
0,75
1,00
1,25
1,50
1,75
1
2
3
4
5
∞
1000
400
200
100
50,0
40,0
30,0
25,0
20,0
15,0
14,0
13,0
12,5

Fig. 5.18

5.29. NOMOGRAMA DE TRANSFORMARE A VITEZEI DE ROTAȚIE ÎN FORȚĂ CENTRIFUGĂ RELATIVĂ

Centrifugarea se folosește pe scară largă în laboratoare pentru separarea componenților cu greutăți specifice diferite (emulsii, precipitate etc.).

Forța centrifugă care acționează în cîmpul centrifugal derivă din potențialul:

$$\Phi(R) = \int_0^r \omega^2 r \, dr = \frac{1}{2} \omega^2 r^2$$

în care ω este viteza unghiulară de rotație și r este distanța sistemului de axul de rotație; energiile potențiale corespunzătoare sînt obținute prin produsul Φm.

Forța centrifugă este dată de relația:

$$F = mr\omega^2$$

Deoarece în calculele practice se consideră ca unitate de forță centrifugă greutatea particulei G (în cîmpul gravitațional la g_n) se obține pentru forța centrifugă (relativă):

$$R = 1{,}117 \cdot 10^{-5} \, rn^2 G$$

care arată de cîte ori este mai intensă forța centrifugă decît forța gravitațională. În această relație, r este exprimată în cm și n în rotații pe minut.

Determinările în cîmp centrifugal trebuie caracterizate prin intensitatea cîmpului centrifugal, în unități de intensitate gravitațională normală.

Nomograma din fig. 5.19 permite calculul imediat al forței centrifuge relative $R\,[G]$ pentru o anumită rază de rotație r și la o anumită viteză de rotație n. Astfel, pentru o rază de rotație $r = 15$ cm la o viteză de 20 000 rot/min se obține o forță centrifugă relativă $R\,[G] = 66\,000$.

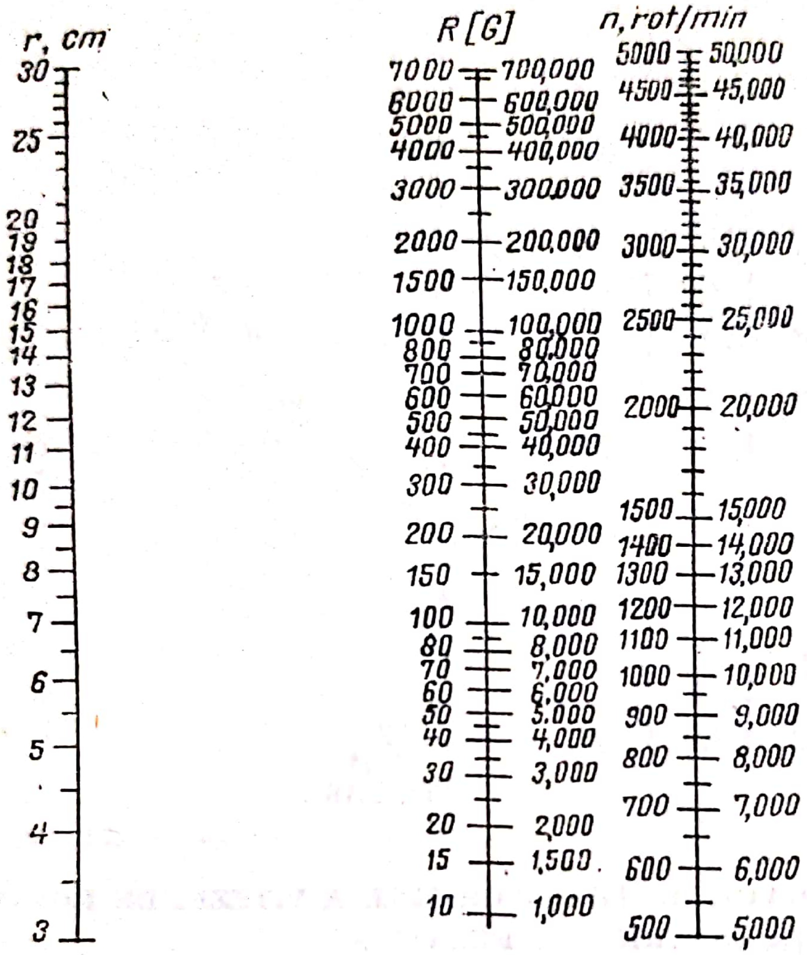


Fig. 5.19

5.30. PROPRIETĂȚILE STICLELOR DE LABORATOR

Sticla	Coeficientul de dilatație liniară $\alpha \cdot 10^6$ grad^{-1}	Temperatura de înmuiere °C	Temperatura de transformare °C	Temperatura limită de șoc termic (rezistența termică) °C
Kavalier 35	6,2	590	560	160
Palex	5,6	598	560	185
Sial	4,7	590	560	215
Sticlă de laborator sovietică 846	6,2	—	—	160
Sticlă de laborator sovietică 845	5,1	—	—	200
Sticlă de laborator sovietică 843	4,3	—	—	230
Jena G 20	4,8	585	555	210
Duran	3,7	570	530	270
Supremax	3,3	760	730	300
Pyrex	3,0	600	560	330
Vycor	0,8	890	790	1000
Cuarț	0,5	—	—	—

5.31. ELEMENTE GEOMETRICE ALE FILETELOR

Tabelul conține caracteristicile geometrice ale filetelor Whitworth (B. S. W = British Standard Whitwort Threads), B.S.F. (British Standard Fine Threads), U.N.C. (Unified Coarse Threads) U.N.F. (Unified Fine Threads) și B.A. (British Assoc. Threads). Tabelul permite trecerea la filetele metrice (M) standardizate în R.S.R. (STAS 981-61, STAS 139-59, STAS 3872-53, STAS 611-49, STAS 5449-62). Simbolul B.S.P. corespunde la British Standard Pipe (Parallel) Threads.

Clasele de precizie pentru filete se caracterizează prin toleranțele admise pentru diametrul mediu al filetului (diametrul cilindrului fictiv care determină lățimi egale ale spirelor și golurilor). Unitatea de toleranță pentru filete *U.T.* (F) (în microni) este definită de relația:

$$U.T.\ (\mathrm{F}) = \frac{2}{3}\ 100\sqrt{p} \simeq 67\sqrt{p}$$

în care p este pasul filetului în mm.

Toleranțele corespunzătoare celor trei clase de precizie: fină, medie și grosolană sînt respectiv *U.T.*; 1,5 *U.T.* și 2,5 *U.T.*

Filetele micrometrice corespund la 40 de pași pe inch în cazul filetelor Whitworth și au pasul de 0,5 mm în cazul filetelor metrice.

Filete Whitworth				Filete unificate				B. A.		
Seria standard				Seria standard				Seria standard		
B.S.W.		B.S.F.		U.N.C.		U.N.F.		B. A.		
Diametrul exterior, in	Pași pe țol	Diametrul exterior, in	Pași pe țol	Diametrul exterior, in	Pași pe țol	Diametrul exterior, in	Pași pe țol	Număr	Diametrul exterior, mm	Înălțimea, mm
$\frac{1}{4}$	20	$\frac{1}{4}$	26	$\frac{1}{4}$	20	$\frac{1}{4}$	28	0	6,0	1,0
		$\frac{9}{32}$	26	—	—	—	—	1	5,3	0,9
$\frac{5}{16}$	18	$\frac{5}{16}$	22	$\frac{5}{16}$	18	$\frac{5}{16}$	24	2	4,7	0,81
$\frac{3}{8}$	16	$\frac{3}{8}$	20	$\frac{3}{8}$	16	$\frac{3}{8}$	24	3	4,1	0,73
$\frac{7}{16}$	14	$\frac{7}{16}$	18	$\frac{7}{16}$	14	$\frac{7}{16}$	20	4	3,6	0,66
$\frac{1}{2}$	12	$\frac{1}{2}$	16	$\frac{1}{2}$	13	$\frac{1}{2}$	20	5	3,2	0,59
$\frac{9}{16}$	12	$\frac{9}{16}$	16	$\frac{9}{16}$	12	$\frac{9}{16}$	18	6	2,8	0,53
$\frac{5}{8}$	11	$\frac{5}{8}$	14	$\frac{5}{8}$	11	$\frac{5}{8}$	18	7	2,5	0,48
$\frac{11}{16}$	11	$\frac{11}{16}$	14	—	—	—	—	8	2,2	0,43

5.31 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\frac{3}{4}$	10	$\frac{3}{4}$	13	$\frac{3}{4}$	10	$\frac{3}{4}$	16	9	1,9	0,39
—	—	$\frac{13}{16}$	12	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{7}{8}$	9	$\frac{7}{8}$	11	$\frac{7}{8}$	9	$\frac{7}{8}$	14	11	1,5	0,31
1	8	1	10	1	8	1	12	12	1,3	0,28
$1\frac{1}{8}$	7	$1\frac{1}{8}$	9	$1\frac{1}{8}$	7	$1\frac{1}{8}$	12	13	1,2	0,25
$1\frac{1}{4}$	7	$1\frac{1}{4}$	9	$1\frac{1}{4}$	7	$1\frac{1}{4}$	12	14	1,0	0,23
—	—	$1\frac{3}{8}$	8	$1\frac{3}{8}$	6	$1\frac{3}{8}$	12	15	0,9	0,21
$1\frac{1}{2}$	6	$1\frac{1}{2}$	8	$1\frac{1}{2}$	6	$1\frac{1}{2}$	12	16	0,79	0,19

5.32. RECIPIENTE DE OȚEL PENTRU GAZE COMPRIMATE ȘI LICHEFIATE

5.32.1. Culorile de identificare a recipientelor transportabile

Gazul	Culoarea		
	corpului	inelului sau inelelor	literelor
Acetilenă	brun	roșu	alb
Acid cianhidric	galben	alb	negru
Aer	cenușiu deschis	—	negru
Amoniac	verde	galben și roșu	negru
Argon	argintiu	—	negru
Azot	negru	—	alb
Bioxid de carbon	negru	alb	negru
Bioxid de sulf	negru	galben	negru
Ciclopropan	brun	—	alb
Clor	galben	verde	alb
Clorură de etil	negru	galben și roșu	negru
Clorură de metil	cenușiu	galben și roșu	alb
Etilenă	brun	verde	alb
Fosgen	galben	—	negru
Gaz petrolier lichefiat	albastru închis	—	—
Heliu	argintiu	—	negru
Hidrogen	brun	alb	negru
Hidrogen sulfurat	brun	galben	negru
Neon	argintiu	—	negru
Oxid de etilenă	galben	roșu	negru
Oxigen tehnic	albastru	—	alb

5.32.2. Conținutul maxim admisibil al recipientelor de oțel pentru gaze comprimate și lichefiate

Gazul lichefiat	Capacitatea utilă, l/kg de gaz lichefiat	Gazul lichefiat	Capacitatea utilă, l/kg de gaz lichefiat
Acid clorhidric	1,50	Clorură de metil	1,25
Amoniac (lichefiat)	1,86	Etan	3,3
Amoniac (dizolvat)	1,25...1,30	Etilenă	3,5
Bioxid de carbon	1,34	Gaz din ulei	2,5
Bioxid de sulf	0,8	Hidrogen sulfurat	1,45
Butadienă	1,85	Propan	2,35
Butan	2,05	Propilenă	2,25
Clor	0,8		

5.32.3. Caracteristicile cilindrilor de oțel pentru gaze comprimate și lichefiate

Gazul	Presiunea de lucru atm	Capacitatea uzuală l	Greutatea vasului gol kg	Conținutul de gaz după destindere m³ sau *kg	Conținutul util	
					kg/m³ de gaz sau *kg/kg de gaz	kg/1000 kcal
Acetilenă (dizolvată în acetonă)	15	40	78	5,5	14,2	1,0
Butan	—	—	12	13—14*	0,93*	0,13
Hidrogen	150	40	75	6	12,5	4,1
Metan	150	40	75	6	12,5	1,3
Propan	25 (presiune de probă)	52	30	22,1*	1,36*	0,28
Propan		30	28	15*	1,86*	0,38
Propan		75	50	30*	1,67*	0,35

5.32.4. Filetele recipientelor de oțel pentru gaze comprimate și lichefiate

Gazul	Filetul	Numărul de pași pe țol	Diametrul exterior mm
Butan[1])	Stînga Whitworth	14	21,80
Propan	Stînga W	14	21,80
Hidrogen	Stînga W	14	21,80
Clorură de etil	Stînga W	14	21,80
Clorură de metil	Stînga W	14	21,80
Oxid de carbon	Stînga W	14	21,80
Amoniac	Stînga W	14	21,80
Gaze necombustibile	Dreapta Whitworth W	14	21,80

---

[1] În general, gaze combustibile.

5.32.4 (continuare)

Gazul	Filetul	Numărul de paşi pe ţol	Diametrul exterior mm
Aer comprimat	Dreapta Whitwort R 5/8″	14	22,91
Azot	Dreapta Whitworth W 24,32	14	24,32
Oxigen	Dreapta Whitworth R 3/4″	14	26,44
Bioxid de sulf	Dreapta Whitworth R 5/8″	14	22,91
Clor, fosgen, acid clorhidric trifluorură de bor, clorcian	Dreapta Whitworth R 1″	8	25,40
Protoxid de azot	Dreapta Whitwort R 3/8″	19	16,66
Acetilenă	Racord special, fără filet	—	—

5.32.5. Presiunea maximă admisibilă în recipientele de oţel pentru gaze comprimate la 15°C

Gazul	Presiunea maximă atm	Gazul	Presiunea maximă atm
Acetilenă (dizolvată) Acetilenă (comprimată)	15 1,5	Gaze permanente (oxigen, azot, hidrogen, gaze nobile, aer comprimat, oxid de carbon, metan, gaz de apă, gaz de iluminat)	150 sau 200[1]

---

[1] După presiunea de încercare a recipientului.

5.32.6. Presiunea de probă pentru recipiente de gaze

Recipientele de gaze trebuie verificate la o presiune de 1,5 ori mai mare decît presiunea de lucru admisă. Pentru gazele comprimate presiunea admisă corespunde la presiunea de umplere la 15°C, pentru gazele lichefiate presiunea de vapori la 40°C, iar pentru gazele cu temperatură critică sub 40°C, se permite o umplere suplimentară de 5% peste valoarea indicată.

5.32.6.

Gazul	Presiunea de probă, atm	Gazul	Presiune de probă, atm
Acid clorhidric	100	Diclordifluormetan (F 12)	13
Amoniac (lichefiat)	30	Etan	95
Amoniac (dizolvat), 40%	4	Etilenoxid	10
Amoniac (dizolvat), 50%	9	Etilenă	225
Diazotmonoxid (N_2O)	180	Etilamină	10
Diazottetroxid (N_2O_4)	22	Fosgen	15
Bioxid de carbon	190	Trifluormonoclormetan (F 13)	190
Bioxid de sulf	12	Gaze permanente	225
Brommetan	10	Hidrogen sulfurat	45
Butadienă	10	Metilamină	14
Butan	12	Dimetilamină	10
Butilene	10	Trimetilamină	70
Clor	22	Propan	25
Clorură de vinil	11	Propilenă	35
Clorură de etil	10		
Clorură de metil	16		

5.33. CARACTERISTICILE SIGURANȚELOR ELECTRICE CU FIR FUZIBIL

Tabelul conține valorile aproximative ale diametrului conductorilor de cupru, argint, oțel, staniu și plumb, utilizați în construcția siguranțelor electrice, corespunzătoare unui anumit curent electric de topire.

Valoarea limită a curentului electric care poate trece prin conductor, un timp infinit de lung, fără a-l topi, corespunde la valori de 1,5—2 ori mai mici (v. vol. III).

Intensitatea curentului A	Diametrul conductorului, mm					Intensitatea curentului A	Diametrul conductorului, mm				
	Cupru	Argint	Oțel	Staniu	Plumb		Cupru	Argint	Oțel	Staniu	Plumb
1	0,05	—	0,12	0,19	0,21	60	0,83	0,8	1,81	3,05	3,14
2	0,09	—	0,19	0,29	0,33	70	0,92	—	2,01	3,10	3,48
3	0,11	—	0,25	0,36	0,43	80	1,00	1,04	2,2	3,39	3,81
4	0,14	—	0,3	0,46	0,52	90	1,08	—	2,38	3,67	4,12
5	0,16	0,14	0,42	0,56	0,65	100	1,16	—	2,55	3,93	4,42
10	0,25	0,25	0,55	0,85	0,95	120	1,31	—	2,88	4,44	4,99
15	0,33	0,4	0,72	1,11	1,25	140	1,45	—	3,19	4,92	5,53
25	0,46	0,51	1,01	1,59	1,75	160	1,59	—	3,49	5,38	6,04
35	0,57	0,62	1,28	1,95	2,2	180	1,72	—	3,77	5,82	6,64
50	0,73	—	1,61	2,48	2,78	250	2,14	—	4,7	7,24	8,14

5.34. DIMENSIUNI STANDARD PENTRU FIRE (S.W.G.)

Tabelul conţine datele specifice ale firelor utilizate în Anglia (Standard Wire Gauge = S.W.G.) cu echivalenţii lor în in (25,400 mm) de la 10 S.W.G. la 50 S.W.G.

Gauge No = 0000000 corespunde la 0,500 in, No = 0 la 0,324 in, No = 5 la 0,212 in (Imperial for Brit. Standard). Standardul S.U.A. corespunde într-o anumită măsură cu cel britanic. Astfel:

No = 000000 corespunde la 0,46875 in, No = 0 la 0,3125 in No = 10 la 0,140625 in, No = 25 la 0,021875 in.

Dimensiunea S.W.G.	Diametrul		Dimensiunea S.W.G.	Diametrul		Dimensiunea S.W.G	Diametrul	
	in	mm		in	mm		in	mm
10	0,128	3,25	23	0,024	0,610	37	0,0068	0,173
11	0,116	2,95	24	0,022	0,559	38	0,0060	0,152
12	0,104	2,64	25	0,020	0,508	39	0,0052	0,132
13	0,092	2,34	26	0,018	0,457	40	0,0048	0,122
14	0,080	2,03	27	0,0164	0,417	41	0,0044	0,112
15	0,072	1,83	28	0,0148	0,376	42	0,0040	0,102
16	0,064	1,63	29	0,0136	0,345	43	0,0036	0,091
17	0,056	1,42	30	0,0124	0,315	44	0,0032	0,081
18	0,048	1,22	31	0,0116	0,295	45	0,0028	0,071
19	0,040	1,02	32	0,0108	0,274	46	0,0024	0,061
20	0,036	0,914	33	0,0100	0,254	47	0,0020	0,051
21	0,032	0,813	34	0,0092	0,234	48	0,0016	0,041
22	0,028	0,711	35	0,0084	0,213	49	0,0012	0,030
			36	0,0076	0,193	50	0,0010	0,025

5.35. CARACTERISTICILE GAZELOR COMBUSTIBILE (v. vol. III)

Gazul	Puterea calorifică kcal/m³	Temperatura flăcării °C		Compoziţia, %				
		în aer	în oxigen	H_2	CO	CH_4	C_2H_6	N_2
Gaze de cracare	15000—20000	—	—	—	—	—	—	
Gaze naturale	7000— 9000	1800—1950	2930	—	—	30—70	70—30	
Gaz de iluminat	4200— 5000	1920	2730	48—57	7—20	16—30		2— 5
Gaze de cocserie	3800— 4200	2000—2100	—	52—57	6— 8	24—27	—	8—12
Gaz de apă	2300— 2900	2230	—	46—50	36—40	—	—	4— 7
Gaz de generator	1100— 1500	1560—1820	—	10—12	26—30	—	—	52—56
H_2	2570	2045	2660	—	—	—	—	—
CO	3020	2100	2935	—	—	—	—	—
CH_4	8550	1875	2065	—	—	—	—	—
C_2H_6	15370	1895	—	—	—	—	—	—
C_3H_8	22350	1925	—	—	—	—	—	—
C_4H_{10}	29510	—	—	—	—	—	—	—
C_2H_2	13600	2325	3135	—	—	—	—	—

5.36. CARACTERISTICILE HÎRTIEI DE FILTRU

Tabelul următor conține caracteristicile relative de filtrare și domeniul de utilizare indicat pentru tipurile obișnuite de hîrtie de filtru de laborator: VEB Spezialpapier fabrik Niederschlag (R.D.G.), Schleicher u. Schüll, Dasselkrs Einbeck, (R.F.G.) și Whatman—Paper Fa. Reeve—Angel & Co. (Anglia).

Tipul VEB	Viteza de filtrare, s	Tipul Sch. u. Schüll	Tipul Whatman	Scopul
Filtrare rapidă				
5 H	17— 30	520 a 1117	—	Filtrare lacuri
6 S	40— 60	520 b	15	Filtrare lacuri, uleiuri
6 MN	60— 80	1406	—	Filtrare esențe, precipitate floconoase
3 n	100—130	503	—	—
1406 MW	90—110	3001	—	Filtrări uleiuri eterice
17	50— 80	1117	—	Filtrarea materialelor mucilaginoase
Filtrare intermediară				
4 b	150—180	597	7	Filtrări de soluții de săruri
3 hn	180—230	—	—	Filtrări de precipitate de dimensiuni intermediare
100	250—300	2048	—	—
50	230—330	—	—	Filtrare de precipitate fine
3 m	260—330	595	1	—
3 h	300—360	593	2	—
Filtrare lentă				
3 b	450—550	593	2	Filtrare de precipitate fine
3 S	600—650			—
Hîrtie și cartoane pentru filtrare				
15 N	600	607		Hîrtie pentru filtru-presă
603	90—110	—		Filtrări de uleiuri
6 S/N	25— 40	520 b II	15	Filtrări de lichide cu densitate mare
C 160		BF		Filtrarea uleiurilor de transformator
C 300		5703		

5.36 (continuare)

Tipul hîrtiei			Scopul
VEB	Sch. u. Schüll	Whatman	
		Hîrtie specială	
64	601	20	Hîrtie indicatoare
66 K	508	—	Hîrtie cu cărbune activ
W F 1/II	—	—	
Z 3	—	—	Hîrtie pentru aprindere Diesel
		Hîrtie analitică	
Pentru analiză calitativă			
	Viteza de filtrare	30—70 s	
288	604	4	Filtrare de precipitate mari
288 N	1573	54	
	Viteza de filtrare 120—160 s		
289	592	—	Filtrare de precipitate de mărime mijlocie
289 N	1574	52	
	Viteza de filtrare 400—450 s		
460 N	575	50	Filtrări în mediu alcalin, şi puternic acid, rezistenţă mecanică mare
	Viteza de filtrare 1200 s		
291	602 eh	5	Filtrări de precipitate fine
291 N	1577	—	
292	593	2	
292 N	575	50	
488 N	1575	50	Filtrări de precipitate fine, în mediu acid şi alcalin
Pentru analiză cantitativă			
	Filtrare rapidă, 30—70 *s* (pentru precipitate mari)		
88	489/3	31	Spălate cu acizi
388	589/1	41	
1388	1505	541	
	Filtrare intermediară, 120—160 s (aplicaţii generale)		
88	489/2	30	Spălate cu acizi
388	589/2	40	
1389	1506	540	

Tipul hîrtiei			Scopul
VEB	Sch. u. Schüll	Whatman	
Filtrare lentă, 800—1100 s (pentru precipitate fine)			
90	—	32	Spălate cu acizi
390	589/3	42—44	
1390	1507	542	
Filtrări foarte lente, 1200 s (pentru precipitate foarte fine)			
91	—	—	Spălate cu acizi
391	589/3 120 g	42	
1391	—	544	

5.37. DURITATEA APEI

5.37.1. Definiția durității

Duritatea apei este exprimată în grade convenționale definite în mod diferit în diverse țări conform tabelului alăturat.

Țara	Definiția durității
Anglia	1 grad englez: 1 grain = 0,0648 g CaO în 1 gallon (= 4,546 l apă)
Franța	1 grad francez: 10 mg $CaCO_3$ în 1 l apă
Germania	1 grad german: (1°dH) = 10 mg CaO în 1 l apă
S.U.A.	numărul de g $CaCO_3$ la 10^6 cm^3 apă
U.R.S.S.	numărul de milival CaO în 1 l apă

5.37.2. Transformarea gradelor de duritate

Tabelul permite transformarea durității exprimată în diferite moduri; se bazează pe relațiile: 1 mval CaO = 28,04 mg CaO echivalent cu 20,13 mg MgO și 1 mg MgO echivalent cu 1,39 mg CaO.

Unitatea	CaO în mval · l^{-1}	°dH	°engl.	°franc.	°S.U.A.	CaO mg · l^{-1}	MgO mg · l^{-1}
CaO inval · l^{-1}	1,00	2,80	3,50	5,00	50,0	28,04	20,13
lg	00000	44778	54407	69897	69897		
°dH	0,357	1,00	1,25	1,78	17,9	10	7,19
gl	55267	00000	09691	21139	25285		

5.37.2. (continuare)

Unitatea	CaO în mval · l^{-1}	°dH	°engl.	°franc.	°S.U.A.	CaO mg · l^{-1}	MgO mgl^{-1}
°engl	0,285	0,800	1,00	1,43	14,3	8,004	5,76
lg	45484	90331	00000	15534	15534		
°franc	0,200	0,560	0,700	1,00	10,0	5,608	4,04
lg	30103	74819	84510	00000	00000		
S.U.A.	0,02	0,056	0,070	0,100	1,00	0,56	0,40
lg	30103	74819	84510	00000	00000		
CaO mg · l^{-1}	0,0357	0,100	0,125	0,178	1,79	1,00	0,719
lg	55267	00000	09691	25139	25285		
MgO mg · l^{-1}	0,0496	0,139	0,174	0,248	2,49	1,391	1,000
lg	69548	14301	24055	39445	36620		

Exemplu 1. Considerînd că apa conține la litru 100 mg CaO și 10 mg Mg duritatea apei în mg CaO l^{-1} respectiv mval · l^{-1} CaO este echivalentă cu 100 + 10 · 1,39 = 113,9 mg CaO,

$$\text{respectiv } \frac{113{,}9}{28{,}04} = 4{,}05 \text{ mval CaO.}$$

Exemplul 2. Considerînd că apa are duritatea de 8 grade germane (°dH) conținutul în mval · l^{-1} CaO se calculează în modul următor:

$$8°\text{dH} = 8 \times 0{,}357 = 2{,}856 \simeq 2{,}9 \text{ mval} \cdot l^{-1} \text{ CaO.}$$

5.38. REACTIVI PENTRU ABSORBȚIA GAZELOR

Gazul	Reactivul	Prepararea reactivului	Capacitatea de absorbție și observații ml gaz (c.n.)/ml
NH_3	Hipobromit de sodiu	Soluție apoasă	Oxidarea NH_3 la azot
Benzen și hidrocarburi aromatice	Azotat de nichel (II)	16 g $Ni(NO_3)_2$ + 180 ml H_2O + + 2 ml HNO_3 conc + 100 ml NH_3 conc	
	Cianură de nichel (II)	a) 50 g $NiSO_4$ + 75 ml H_2O b) 25 g KCN + 40 ml H_2O + + 125 ml NH_3 conc; se amestecă soluțiile a și b, se răcește	

Gazul	Reactivul	Prepararea reactivului	Capacitatea de absorbție și observații ml gaz (c.n))/ml
		la 0°C 20 min pentru separarea K_2SO_4, se amestecă cu soluția 18 g acid citric în 10 ml H_2O, răcire la 0°C 10 minute, decantare, se adaugă 2 picături benzen.	
HCN	Carbonat de sodiu	Soluție 10% în apă	
Br_2, Cl_2	Sulfat de fier (II)	Soluție apoasă	
I_2	Trioxid de arsen	Soluție apoasă cu $KHCO_3$	
	Hidroxizi alcalini	Soluții apoase	
CO_2	Hidroxid de potasiu	Soluție 30% în apă	40 ml CO_2
CO	Clorură de cupru(I)	Soluție amoniacală: a) 200 g CuCl + 250 g NH_4Cl + 750 ml H_2O; 3 vol. sol. a) + 1 vol NH_3 conc. Soluție acidă: b) 35 g CuCl + + 250 ml HCl conc. + Cu metalic pînă la decolorare.	16 ml CO 16 ml CO
	Oxid de cupru(I)	5 g Cu_2O + 100 ml H_2SO_4 conc.	
	Pentoxid de iod	25 g I_2O_5 fin pulverizat + 150g 10% oleum, mojarare, + 120 g 10% oleum	Oxidare la CO_2
	Oxid de argint(I)	Ag_2O precipitat, uscat, granulat	Oxidare la CO_2
Hidrocarburi olefinice și aromatice	Oleum	H_2SO_4 + 25%SO_3	8 ml C_2H_4
	Apă de brom	Soluție saturată	
O_3	Iodură de potasiu	Soluție alcalină	După acidulare cu H_2SO_4 se titrează I_2
O_2	Pirogalol	1 p. sol. 25% pirogalol + 5...6 p. KOH 60%	12 ml O_2
	Triacetilhidroxihidrochinonă (T)	20 g T se amestecă cu puțină apă + 40 g KOH în 80 ml H_2O, se trece H_2	
	Fosfor alb	Baghete (peste 60% O_2, gazul se amestecă cu N_2 sau H_2)	1 g P absoarbe ≈ 600 ml O_2

5.38 (continuare)

Gazul	Reactivul	Prepararea reactivului	Capacitatea de absorbție și observații ml gaz (c.n.)/ml
	Clorură de crom (II)	Soluție 20% în apă	
	Cupru metalic	În soluție amoniacală	Pentru $O_2 > 25\%$
	Hidroxi-hidrochinona (A)	A și hidroxid alcalin în raport 1 : 14,8	
	Oxid de mangan	Piroluzită redusă în curent de hidrogen	
SO_2	Soluție de hidroxid de sodiu		
SO_3	Răcire-condensare		
H_2S	Piroluzită	MnO_2 cu H_3PO_4	
	Sulfat de cupru	Pe material poros	
	Azotat de plumb	Soluție acidă	
NO	Sulfat de fier (II)	28 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ în 64 ml H_2O + 8,5 ml H_2SO_4 conc.	
	Apă de brom	Soluție saturată	
H_2	Permanganat de potasiu	Soluție apoasă	
	Negru de paladiu	Prin reducere cu alcool etilic în mediu alcalin din $PdCl_2$	
	Soluție de paladiu	2,44 g sol (61,63% soluție) + + 2,74 g picrat de sodiu în 130 ml H_2O	Pînă la 3000 ml H_2
	Pulbere de nichel	3% pulbere de nichel în soluție apoasă de oleat de sodiu cu puțin alcool etilic.	
	Oxid de cupru (II) 2,7-Antrachinon-sulfonat de sodiu + paladiu	(solid)	
	Clorat de sodiu	35 g $NaClO_3$, 5 g $NaHCO_3$, 0,5 g $PdCl_2$, 0,02 g OsO_2 în 250 ml H_2O	De la 80 la 90°C

5.39. LICHIDE DE ÎNCHIDERE PENTRU GAZE

Lichidul	Solubilitatea gazelor la 25°C și 1 atm. $\frac{cm^3\ gaz}{cm^3\ soluție}$		Observații
Apă	H_2	0,0175	Nu se va utiliza pentru Cl_2, HCl, NH_3, SO_2, CO_2
	O_2	0,0283	
	N_2	0,0147	
	CO	0,0214	
	CO_2	0,759	
Soluție saturată de NaCl în apă	H_2, O_2, N_2 practic ca pentru apă		Idem
	Cl_2	0,36	
	H_2S	3	
Soluție 20% Na_2SO_4 + 5%(vol) H_2SO_4	H_2	0,0073	La temperaturi peste 16°C pentru evitarea decahidratului
	O_2	0,0089	
	N_2	0,0049	
	SO_2	13,6	
	N_2O	0,159	
	CH_4	0,0093	
	C_2H_6	0,0108	
	C_2H_4	0,024	
	C_2H_2	0,343	
	CO	0,0039	
	CO_2	0,270	
Mercur	Pentru toate gazele practic zero		Nu se va utiliza pentru Cl_2, H_2S și SO_2
Lichide organice ca ulei de parafină, glicol			Se utilizează pentru diverse gaze

5.40. PRESCRIPȚII PENTRU UTILIZAREA INSTRUMENTELOR DIN PLATINĂ ȘI CUARȚ

Platina are rezistență mare la acțiunea agenților chimici, punct de topire ridicat și permite realizarea rapidă a unei greutăți constante după calcinare. Datorită acestor calități, platina este un material deosebit de apreciat pentru confecționarea aparatelor folosite în laboratorul de chimie analitică, în special creuzete, capsule și electrozi. Rezistența platinei nu este însă totală. Nerespectarea unor anumite precauții poate duce ușor la deteriorarea obiectelor de platină.

Orice încălzire a obiectelor de platină trebuie efectuată exclusiv în flacără oxidantă. Trebuie neapărat evitat contactul platinei cu porțiunea reducătoare (conul interior), sau chiar numai cu limbile colorate ale flăcării. Un asemenea contact provoacă formarea carburii de platină, un material fragil care dă ușor naștere la crăpături. Pierderea luciului inițial al creuzetelor de platină se datorește formării unui asemenea strat de carbură; aceasta se recunoaște uneori prin structura ei cristalină microscopică. Se va evita încălzirea obiectelor de platină la o temperatură mai înaltă decît este necesar (de exemplu la suflător) din cauza pierderii de platină. Un creuzet de 20 grame pierde 0,1 mg pe oră la calcinarea pe un bec Teclu puternic. Se recomandă cît mai mult posibil încălzirea în cuptoare electrice. Se recomandă cîntărirea creuzetului gol, după terminarea analizei spre a se ține seama eventual de pierderea în greutate.

Cele mai multe metale formează cu ușurință aliaje ușor fuzibile cu platina și de aceea ele nu pot fi calcinate în creuzete de platină. Asemenea aliaje se formează cu atît mai ușor, cu cît punctul de topire al metalului este mai scăzut. Plumbul, staniul și antimoniul sînt deci mai periculoase decît, de exemplu fierul. Cu metalele ușor fuzibile formarea aliajului poate avea loc chiar la temperaturi joase, începînd de la 400°C.

Nu se vor calcina în creuzete de platină oxizii sau alte combinații ale metalelor grele, care se reduc ușor sau pun în libertate metalul la calcinare, cum sînt sărurile și oxizii de plumb, staniu, bismut, antimoniu, mercur, argint, cupru etc.

Se va evita contactul între platina incandescentă și plăci sau triunghiuri de fier. Pentru a apuca obiecte de platină incandescentă se vor folosi clești (de fier sau nichel) prevăzuți cu papuci de platină.

Vasele de platină încălzite peste 600°C nu se vor răci brusc în apă.

Metaloizii, în stare liberă, și anume halogenii, sulful, fosforul, arsenul, borul și siliciul atacă ușor platina; de asemenea carbonul la o temperatură mai ridicată (500—800°C). Dintre aceștia, cel mai periculos este fosforul. Firește, fosforul liber nu se încălzește, în mod obișnuit, în vase de platină, dar urmele de fosfor care se pot produce prin reducere, la calcinarea fosfaților cu cărbune, sînt suficiente pentru a distruge imediat vasul. De aceea, la calcinarea precipitatului de fosfat de magneziu, trebuie să se respecte cu strictețe prescripțiile de lucru. Acest precipitat se poate reduce nu numai cu cărbunele provenit din hîrtia de filtru, dar și cu gazele reducătoare ale flăcării, precum și cu amoniacul care se degajă la trecerea în pirofosfat sau care provine din fosfatul de amoniu înglobat, în cazul unei precipitări neadecvate (ceea ce se constată din faptul că precipitatul nu este pulverulent-cristalin, ci aglomerat). Calcinarea substanțelor organice (și hîrtiei de filtru) se face treptat: întîi carbonizarea și oxidarea carbonului pînă la 500—600°C și apoi calcinarea la o temperatură superioară.

Siliciul elementar (ferosiliciul) atacă puternic platina; de asemenea, substanțele care prin reducere dau sulf.

Platina este atacată de halogeni sau de substanțe care dau naștere la halogeni, cum sînt apa regală și amestecurile de acid clorhidric cu nitrați, cromații, bioxidul de mangan și alți oxidați (permanganat de potasiu, clorați). Clorura ferică acționează de asemenea asupra platinei.

Sînt interzise topiturile cu oxizi și hidroxizi ale metalelor alcaline și cu peroxid de sodiu. Pentru asemenea topituri se folosesc creuzete de nichel sau argint. De asemenea sînt interzise topiturile cu tiosulfați și cianuri ale metalelor alcaline. Sînt permise topiturile cu carbonat de sodiu (amestecul de carbonat de sodiu și potasiu atacă mai puternic platina) și cu bisulfați alcalini (pirosulfați). Ultimii atacă mai mult decît carbonatul.

La topirea cu carbonat de sodiu a unor probe conținînd metale grele, se recomandă adăugarea unei mici cantități de nitrat de potasiu.

La răcire, se recomandă ca topitura să se întindă pe suprafața creuzetului. Este mai bine ca răcirea topiturii să se facă încet (deși unele tratate recomandă răcirea cu apă, care însă are un efect nociv).

Se vor evita încercările de a îndepărta cu vergeaua de sticlă porțiunile mari de topituri de pe suprafața creuzetelor sau a capsulelor.

După o întrebuințare îndelungată, obiectele de platină se acoperă cu depozite vizibile. Acestea favorizează formarea de crăpături și trebuie îndepărtate. Curățirea se realizează:

— prin fierbere cu acid clorhidric diluat, lipsit de acid azotic sau cu acid azotic lipsit de acid clorhidric;

— prin topire cu carbonat de sodiu, pirosulfat de potasiu, hidrogensulfit de amoniu sau borax. Se încălzește vasul pînă la topire, se menține cîteva minute, se răstoarnă topitura; se spală cu apă distilată fierbinte sau acid clorhidric. Se spală din nou cu apă distilată. Urmele de Fe_2O_3 se îndepărtează cu acid clorhidric, căruia i se adaugă o cantitate mică de clorură stanoasă sau de staniu metalic.

Curăţirea prin metodele menţionate nu trebuie repetată prea des, deoarece este însoţită de o pierdere de metal. În mod normal, curăţirea se face după 10—12 topituri.

După curăţire, obiectele de platină se cîntăresc, spre a se constata pierderea de greutate.

Se vor evita orice deformări şi îndoiri, care sînt puncte de atac pentru agenţii chimici. Deformările eventuale se îndreaptă numai pe calapoade de lemn, adaptate obiectului respectiv.

Corodarea platinei prin agenţii chimici depinde de natura suprafeţei şi este mai mică dacă suprafaţa este lucie. Polizarea suprafeţei se face cu nisip de mare, cernut prin sita cu ochiuri de 0,1 mm. Nisipul se amestecă cu apă şi se apasă încet cu degetul pe suprafaţa metalului, pînă la apariţia luciului metalic (folosindu-se eventual calapodul).

Sticla de cuarţ este rezistentă la acţiunea agenţilor chimici, are punct de topire ridicat, peste 1500°C, şi poate fi supusă la variaţii mari de temperatură, avînd un coeficient de dilataţie liniară foarte mic, $\alpha = 0{,}54 \cdot 10^{-6}$. Sticla de cuarţ mai prezintă o caracteristică importantă şi anume transparenţă faţă de radiaţiile ultraviolete.

Datorită acestor calităţi, sticla de cuarţ este folosită la confecţionarea sticlăriei speciale de laborator, mai ales a vaselor supuse la variaţii mari de temperatură şi a pieselor aparatelor optice necesare cercetărilor în ultraviolet. La utilizarea obiectelor din sticlă de cuarţ trebuie respectate următoarele prescripţii:

— obiectele de cuarţ nu trebuie încălzite timp îndelungat la temperaturi mai mari de 1 100°C, deoarece în acest caz se formează cristale de α — cristobalit, care are un coeficient de dilataţie liniară mai mare decît al cuarţului amorf, scăzînd astfel rezistenţa la şocuri de temperatură;

— cuarţul este în general rezistent la acţiunea chimică a acizilor minerali; acidul fluorhidric îl atacă, de asemenea acidul fosforic la cald;

— încălzit la incandescenţă, cuarţul se comportă ca un acid tare şi este atacat, atît de alcalii cît şi de oxizii metalici, cu formare de sticlă uşor fuzibilă; la răcire piesa corodată crapă;

— obiectele confecţionate din cuarţ trebuie ferite de zgîrieturi, care micşorează considerabil rezistenţa la şocuri de temperatură.

5.41. SFATURI ŞI REŢETE PRACTICE DE LABORATOR

Alcool absolut (pentru sinteze organice). Trei litri alcool de 95% vol. şi 1 kg var nestins în bulgări se fierb cu reflux, cel mai bine într-un căzănel de cupru, pe baia de abur, timp de două ore. Se înlocuieşte refrigerentul ascendent cu unul descendent şi se culege alcoolul într-un recipient care nu vine în contact direct cu aerul (tub cu var nestins). Randament: 2,6—2,7 l.

Alcool purificat. Soluţiile de hidroxid de sodiu sau de potasiu în alcool obişnuit se colorează în galben sau chiar în brun, din cauza conţinutului acestuia în aldehidă. Pentru îndepărtarea acesteia, se tratează un litru de alcool cu 10 g hidroxid de potasiu şi 10 g zinc sau aluminiu în granule mici, se fierbe o oră cu reflux şi se distilă. Soluţiile preparate cu acest alcool nu se mai colorează.

Cerneală de scris pe sticlă. a) Negru: sticlă solubilă 1—2 g; tuş chinezesc 1 g. b) Alb: sticlă solubilă 3—4 g; sulfat de bariu precipitat 1 g. c) Albastru: o soluţie de 2 g colofoniu, 0,1 g albastru-metilen în 15 g alcool se amestecă într-o soluţie de 3,5 g borax în 25 g apă.

Cerneală pentru marcat sticla:

Sulfat de bariu	15 g
Bifluorură de amoniu sau potasiu	15 g
Fluorură de sodiu	5 g
Sulfat de amoniu	10 g
Acid oxalic	8 g
Glicerină	35 g
Apă	12 g

Dacă este prea vîscoasă, se adaugă puţină apă. Se conservă într-un vas de gutapercă, sau într-o sticlă parafinată în interior.

Se scrie cu o pensulă mică, eventual cu o peniţă nouă, sau cu un lemn ascuţit.

Ciment de litargă (pentru metale şi sticlă). Se prepară litargă prin încălzirea miniului pe flacără directă, într-o capsulă de porţelan sau pe o tablă de fier, pînă cînd culoarea trece în galben viu. Se amestecă 26 g litargă cu 10 cm^3 glicerină diluată (două părţi glicerină pură o parte apă). În timpul amestecării se degajă căldură şi cimentul începe să se întărească, de aceea trebuie folosit imediat. După 24 h este foarte dur. Cimentul este rezistent la apă, acizi, baze şi clor.

Ciment de oxid de cupru (pentru metale şi sticlă). Se frămîntă oxid cupric, foarte fin pulverizat şi cernut, cu acid fosforic concentrat. Se solidifică repede.

Ciment cu priză rapidă (Sorel). Se amestecă pulbere de oxid de magneziu sau de oxid de zinc cu o soluţie 60% de clorură de magneziu, respectiv clorură de zinc, pînă la obţinerea unei paste vîscoase; trebuie lucrat rapid, priza făcîndu-se în cîteva zeci de secunde.

Oxizii folosiţi trebuie să fie liberi de carbonaţi. Pentru îndepărtarea acestora se recomandă tratarea oxizilor cu acid azotic 2%, urmată de uscare şi calcinare pînă la roşu. După răcire oxizii se macină şi se păstrează în borcane bine închise.

Cimenturi pentru temperatură înaltă. a) Se amestecă caolin cu 10% borax şi puţină apă pentru realizarea unei paste consistente. După utilizare se lasă să se usuce complet, apoi se încălzeşte încet locul chituit pînă la 800—900°C.

Cimentul aderă foarte bine la porţelan şi rezistă la 1200—1400°C.

b) Un amestec de 21 g bioxid de mangan (piroluzită), 10 g oxid de zinc, 2 g borax, toate fin pulverizate, se amestecă în mojar cu sticlă solubilă pînă la consistenţa dorită.

Cimenturi rezistente la apă

a) Miniu	3 p.
Litargă (proaspăt preparată din miniu prin încălzire)	7 p.
Nisip foarte fin	10 p.
Colofoniu pulbere fină	1 p.

Se macerează cu ulei de in fiert, pînă la consistenţa dorită.

b) Făină de cuarţ	1 p
Fluorosilicat de sodiu	1 p
Silicat de sodiu, soluţie ($d = 1{,}12$)	8 p.

Se prelucrează 20 min la temperatura ambiantă. Cimentul se întăreşte în 12—15 h la 20°C, şi în 2—3 h la 60°C; la 0°C nu face priză.

Ciment „universal". Se obţine din patru părţi ghips şi o parte gumă arabică fin pulverizată. Se amestecă intim cu o soluţie saturată la rece de borax. Cimentul aderă de sticlă, porţelan piatră, os şi lemn şi devine tare ca marmura, abia după 24...30 h.

Cimenturi pe bază de şerlac. Se utilizează ori de cîte ori este necesar un ciment rezistent faţă de apă şi cînd nu se poate utiliza cleiul obişnuit (gelatină).

Şerlacul se poate aplica în stare topită sau în soluţie alcoolică. Topirea este însă însoţită de descompunere, iar soluţia alcoolică este prea diluată, astfel că aceste procedee nu se pot aplica pe scară mai mare.

Aşa numitul *ciment de Khotinsky* se obţine dizolvînd 60—80% şerlac în 40—20% creozot de la distilarea lemnului de fag (se poate utiliza şi gudron de pin, nu însă gudron sau creozot de cărbune care nu dizolvă şerlacul). Dizolvarea se face la 120...130°C, pînă cînd amestecul este omogen. Proporţiile dintre şerlac şi creozot se pot varia astfel, încît după răcire cu apă cimentul să aibă consistenţa, respectiv duritatea dorită. Cimentul se aplică topit, încălzindu-se suprafeţele care se lipesc; el se întăreşte la răcire. După preparare, cimentul se poate turna într-un mic jgheab de tablă, obţinîndu-se bastoane care se încălzesc la un capăt în momentul folosirii. Cimentul este insolubil în benzină şi benzen, dar se dizolvă în alcool care poate fi folosit pentru îndepărtarea sa.

Cimenturi rezistente la acizi: a) se amestecă pulbere fină de azbest cu soluție de silicat de sodiu (sticlă solubilă), pînă la consistența unei paste. Cimentul de întărește după o zi și rezistă la acizii cei mai tari.

b) Se amestecă sulfat de bariu patru părți, pulbere de azbest o parte, sticlă solubilă pînă la consistența dorită.

O rețetă similară, cu adaos de fluorosilicat sau fluoroborat de sodiu dă un ciment aderent pe sticlă.

Clei pe bază de nitrat de celuloză. Se îmbibă 5,6 p. colodiu (cu un conținut de 11,6—12,4%N) cu alcool 35% și se dizolvă apoi într-un amestec format din 8 p. acetat de etil, 5,6 p. acetonă și 1 p. tricrezilfosfat. Lipitura nu are rezistență mecanică mare.

Clei pe bază de rășină epoxi. Un amestec de 56 p. 4,4′-dioxi-difenil-dimetil-metan, 65 p. glicerindiclorhidrină și 31 p. apă se încălzește într-un balon prevăzut cu agitare și cu condensator de reflux, pînă la 80—90°C și se adaugă apoi, în decurs de o oră, soluție din 43 p. NaOH în 100 p. apă. Se continuă încălzirea la 90—92°C timp de aproximativ 1 h, pînă cînd o probă, spălată pînă la neutru, devine casantă la rece. Rășina se spală de alcalinitate și săruri și se anhidrizează prin încălzire la 170°C.

Se dizolvă la cald 25 p. rășină uscată în 10 p. tricrezilfosfat și se adaugă, după răcire, 1 p. etilendiamină. Se utilizează în decurs de 45 min, întărirea fiind totală după 24 h.

Dacă se utilizează 2 p. trietilentetramină în loc de etilendiamină, cleiul se poate utiliza în decurs de 2 h.

Volan. Se utilizează pentru a face organofilă suprafața materialelor anorganice ca porțelanul, sticla etc.

O soluție de 100 g $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ în 300 cm^3 *i*-propanol se tratează cu 16 g acid metacrilic și cu 7,5 g NaOH dizolvat în puțină apă și se fierbe la reflux, sub agitare, timp de o oră. După răcire se repetă operația de tratare cu soluție concentrată de NaOH și fierberea. Se răcește, se filtrează clorura de sodiu și se diluează soluția de apă pînă la o concentrație de 0,5—9%. Suprafața anorganică acoperită cu volan are, după uscare, o adezivitate foarte bună pentru toate lacurile organice.

Curățirea vaselor de sticlă care se folosesc în analiza chimică. Se lasă vasele, timp de mai multe zile, cu un amestec obținut din 35 cm^3 soluție saturată de biocromat de sodiu, peste care se toarnă un litru de acid sulfuric concentrat. Trebuie să se evite contactul pielei și al hainelor cu acest amestec (v. 5.19).

Se poate întrebuința și o soluție de fosfat neutru de sodiu și oleat de sodiu (2 : 1): se introduce vasul în soluția fierbinte și se curăță cu o perie.

Petele brune de pe vasele care au conținut $KMnO_4$ (de exemplu biurete) pot fi îndepărtate cu o soluție de $FeSO_4$, granule mici de fier și o soluție diluată de H_2SO_4.

Îndepărtarea depunerilor de cărbune din baloanele de distilare sau reacție se poate realiza prin reacția cu 2—3 g Na_2SO_4 la încălzire directă pe bec. Se răcește, se spală.

Pentru o îndepărtare rapidă a cărbunelui aderent se indică o soluție de NaOH (10—15%; se poate de asemenea încerca și următoarea metodă: se spală vasul cu acetonă sau sulfură de carbon pentru îndepărtarea uleiurilor, se adaugă cîteva grame de azotat de magneziu, se încălzește treptat pe un bec de gaz pînă la topirea cristalelor învîrtindu-se apoi vasul pentru a repartiza topirea pe peretele vasului pînă cînd se termină descopunerea azotatului (nu se mai degajă hipoazotidă).

Se răcește și se dizolvă reziduul de oxid de magneziu în oxid diluat la fierbere, se spală.

Indicații asupra lucrului cu eteri. Măsuri preventive pentru micșorarea pericolelor de depozitare și folosire a eterilor. 1. Eterul izopropilic și eterul etilic anhidru trebuie depozitați în cantități mici și în recipiente de oțel (în măsura posibilităților), la întuneric și la rece.

Recipientele vor fi etichetate cu data depozitării.

2. Eterii folosiți în laborator se vor păstra în bidoane și nu în sticle.

3. Eterii izopropilic, izoamilic și eterii anhidri nu se vor conserva mai mult de șase luni, iar eterul etilic și alți eteri maximum un an.

4. Toate sticlele sau bidoanele cu eteri (și în general toți dizolvanții sau reactivii care sînt influențați de lumină, aer sau conservare) vor fi prevăzute cu etichete cu data depozitării. Substanțele care depășesc limitele de conservare indicate vor fi distruse.

5. Toate operațiile cu eteri trebuie efectuate cu ecrane de protecție.

6. Se vor folosi inhibitori de formare a peroxizilor în cazul cînd nu intervin în reacțiile studiate.

Identificarea peroxizilor în eteri. Eterii care intră în operațiile obișnuite de laborator, de distilare sau evaporare, trebuie să fie lipsiți de peroxizi.

Se agită 10 cm^3 eter timp de un minut cu 1 cm^3 soluție 10% de iodură de potasiu proaspăt preparată, într-un cilindru de 25 cm^3 cu dop șlefuit, în absența luminii. Nu trebuie să se observe apariția colorației. Observarea se face mai bine pe un fond alb; chiar apariția unei slabe colorații galbene indică un conținut de minim 0,005% peroxid.

În dioxan și tetrahidrofuran peroxizii se pot determina prin titrare cu tiosulfat de sodiu: la 50 cm^3 eter se adaugă 6 cm^3 acid acetic glacial, 4 cm^3 cloroform și 1 g iodură de potasiu și se titrează cu tiosulfat de sodiu 0,1 N.

Peroxizii se pot pune în evidență rapid cu sulfatul de N, N' - dimetil - *p*-fenilendiamina, pînă la cantități de 10^{-6} g (pentru peroxizi de benzoil și lauroil).

Îndepărtarea peroxizilor. Eterul etilic poate fi purificat de peroxizi (dar nu și de aldehide) prin distilare sau prin trecerea printr-o coloană cu alumină activată. Înainte de distilare, peroxizii se distrug chimic prin adăugarea de hidrochinonă sau de soluție 30% sulfat de fier (II) în apă (0,5 kg sol. la 100 l eter), care extrage și distruge peroxizii existenți.

Se pot folosi de asemenea și următoarele metode:

— agitarea cu soluție 23% hidroxid de sodiu (1 : 10 p. eter) timp de 30 min.

— trecerea printr-o coloană cu 4 g Dowex — 1 (v. rășini schimbătoare de ioni, vol. II) suficientă pentru 2—2,5 kg eter ținut la aer aproximativ 3 luni.

Eter absolut pentru reacții cu compuși organo-magnezieni. Se spală 3 l eter comercial, într-o pîlnie cu robinet de 5 l, cu 400 cm^3 soluție concentrată de $CaCl_2$, apoi cu 100 cm^3 apă. Se decantează într-o sticlă și se lasă timp de 5—7 zile peste 500 g hidroxid de sodiu în foițe sau granule mici. Se filtrează într-o sticlă perfect uscată și se introduce sîrmă de sodiu metalic (din circa 50 g sodiu). Eterul este uscat în momentul cînd pe sodiu nu se mai degajă bule de hidrogen. Sodiul trebuie să rămînă curat, alb.

Hectograf. Pentru a obține pastă de hectograf se lasă 60 g gelatină, timp de două zile, n apă rece, pînă se îmbibă la maxim; se stoarce cît mai bine de apă într-o cîrpă rară și se topește pe baia de apă; se prepară o soluție de 15 g gelatină într-o cantitate minimă de apă, prin încălzire pe baia de apă; se amestecă cele două soluții și se adaugă 500 cm^3 glicerină; se amestecă bine, continuîndu-se încălzirea.

Acest material este suficient pentru a obține un strat de circa 1 cm grosime într-o tavă de 30×25 cm. Se ține tava în poziție orizontală și acoperită, pînă la solidificarea masei (șase ore). Dacă apar bășici de aer la suprafața acesteia, se îndepărtează cu un carton, atunci cînd masa este încă topită.

Pentru a obține o cerneală violetă pentru hectograf, se dizolvă 30 g violet-cristalizat sau metil-violet în 200 cm^3 apă caldă și se adaugă 30 cm^3 alcool, 15 cm^3 glicerină și cîteva picături de fenol.

Hidrogen sulfurat. Se încălzesc slab trei părți în greutate sulf cu o parte parafină și se adaugă o cantitate de azbest în fibre, suficientă pentru a obține o masă poroasă. Se umple pe jumătate o eprubetă largă, de sticlă rezistentă, cu această masă și se face legătura cu un vas de siguranță și un tub pentru introdus gazul în lichide. La încălzirea eprubetei cu o flacără, se obține un curent continuu de H_2S. Cînd se oprește încălzirea, degajarea de gaz încetează aproape instantaneu, spre a reîncepe la încălzire pînă la consumarea substanțelor.

Indicații pentru recuperări. Argint. Din soluții se precipită cu HCl, se filtrează AgCl, se reduce cu glucoză la încălzire.

Iod. Soluțiile se tratează cu 10 g $K_2Cr_2O_7$ + 10 ml H_2SO_4 concentrat la 1 l, se așteaptă o oră; din reziduul separat sublimă la cald iodul (în nișă) pe un perete rece.

Platina. Reziduurile se spală cu HNO_3 concentrat, cu apă, se dizolvă în apă regală și se evaporă cu grijă la sec, se dizolvă în apă cristalele de H_2PtCl_6.

Lacuri pentru dopuri de plută și etichete. a) Se acoperă 3—4 g colodiu cu 25 cm³ alcool absolut, se lasă cîteva ore pentru o bună îmbibare și se adaugă 75 cm³ eter.

b) O soluție de concentrație mai mare se obține dizolvînd 30 g colodiu într-un amestec cu următoarea compoziție:

acetonă	100 cm³
acetat de amil	45 cm³
acetat de butil	15 cm³
acetat de etil	15 cm³
ulei de ricin (plastifiant)	1 cm³

Dizolvarea durează circa două ore. Dacă soluția este prea vîscoasă se adaugă încă dizolvant.

c) Se dizolvă deșeuri de celuloid (filme fotografice sau cinematografice — după îndepărtarea stratului de gelatină cu apă caldă —, cozi de perii de dinți) în acetonă sau mai bine într-un amestec de părți egale de acetonă și acetat de butil.

d) Se dizolvă 20 g acetat de vinil polimer într-un amestec de 75 cm³ toluen și 25 cm³ alcool de 95%.

Etichetele destinate să fie conservate multă vreme într-un depozit de chimicale se vor scrie cu tuș; cerneala obișnuită se decolorează.

Legătura de piele a cărților, protejare contra mucegaiurilor. Într-o soluție de 5% sulfat de cupru se înmoaie o cîrpă moale curată. Se stoarce și se lasă să se usuce. După uscare completă se freacă bine legătura cărții cu această cîrpă. O cîrpă este suficientă pentru o sută de cărți și nu lasă nici o urmă pe piele.

Polii unei baterii. Recunoașterea polului negativ. Se dizolvă 0,1 g fenolftaleină în puțin alcool; se toarnă soluția aceasta într-o soluție de 1 g clorură de potasiu în 10 cm³ apă. Cu această soluție se udă hîrtii de filtru și se usucă.

Pentru a recunoaște polii unei baterii, se udă o fișie din această hîrtie și se pune în contact cu cei doi electrozi. La polul negativ apare o culoare roșie intensă.

Lichide colorate. Pentru a face mai ușoară observarea coloanelor de apă se adaugă cîteva picături de soluție 1% alcoolică de fluoresceină (sau uranină) la un litru de apă (soluția este verzuie prin fluorescență).

Pentru a obține soluții apoase colorate prin transmisie se recomandă următorii coloranți pentru diferite culori:

colorant:	*culoare:*
eritrosina	roz
eosina	roz (verde prin fluorescență)
rodamina B	roz (roșu prin fluorescență)
Ponceau 2 R	portocaliu
verde de naftol	verde
verde de metilen	albastru verde
albastru de metilen	albastru
metil-violet	violet

Lipirea sticlei pyrex de metal. Se introduce tubul de sticlă curățat într-o soluție de clorură de platină (IV) sau acidul hexacloroplatinic preparat din 0,2 g acid, 5 ml alcool etilic și 5 ml eter etilic, cu cîteva picături (4—5) de terebentină. Se încălzeşte cu grije capătul tubului într-o flacără pentru a obţine un film de platină metalic, care serveşte la sudarea pe metal cu ajutorul materialului de lipitură din tabelul următor:

Compoziţia, părţi						Temperatura de topire aproximativă °C	Metalul	Fondantul
Pb	Sn	Cu	Zn	Ag	Au			
1	1					220	Pb	Grăsime animală
3	5					180	Zn	$ZnCl_2$ în 25% HCl
2	5					195	alamă	$ZnCl_2$ neutru
		2	1				Fe, Cu	Borax
		55	45			880	Fe, Cu	Borax
		4,5	0,5	15,0		1005	Fe, Cu, Au	Borax
		6,5	2,0	11,0		983	Fe, Cu, Au	Borax
		4		6	10		Au	—

Răşină pentru legături de vid (v. 5.23). Se topesc împreună cantităţi egale de colofoniu şi ceară, pînă se obţine un amestec omogen.

Răşină transparentă pentru legături de vid înaintat. Se încălzesc împreună, la 200°C, timp de 24 h, cantităţi echimoleculare de anhidridă ftalică şi etilen-glicol. Răşina obţinută se înmoaie la 95—100°C şi aderă bine de sticlă, cuarţ şi metal. Nu este modificată de apă, dar se dizolvă încet în lichide organice.

Scoaterea dopurilor de sticlă înţepenite. Dacă fixarea dopului se datoreşte unor săruri incrustate, se toarnă puţină apă sau acid clorhidric diluat, lăsîndu-se timp ca acesta să pătrundă între sticlă şi dop, sau se cufundă sticla, cu dopul în jos, într-un vas cu apă sau acid clorhidric, eventual încălzite. Se lasă cîteva zile. Se loveşte dopul cu un ciocan de lemn. Se încălzeşte gîtul sticlei. Se înveleşte dopul într-o cîrpă, se fixează într-o menghină şi se roteşte încet sticla ţinută de asemenea cu o cîrpă.

Tăierea tuburilor groase de sticlă. Se crestează tubul cu o pilă în locul dorit. De o parte şi de alta a crestăturii se înfăşoară tubul cu benzi de hîrtie de filtru ude, late de circa 3 cm, groase de 1—2 mm, bine aplicate pe sticlă. Între cele două benzi rămîne sticla dezvelită pe un spaţiu de 1—2 mm. Se încălzeşte locul acesta în flacăra ascuţită a unui suflător pînă cînd tubul se sparge circular, curat.

Unsori pentru dopuri, şlifuri, exsicatoare. a) Unsori cu cauciuc. Unsori excelente se obţin topind împreună într-o etuvă, la 140—150°C, timp de mai multe zile (pînă la omogenizare) şi amestecînd cît mai des, cauciuc natural cu vaselină filantă şi parafină moale (p. t. 35°C). Proporţiile variază după consistenţa dorită. Se redau aici mai multe reţete (în părţi în greutate).

	Cauciuc	*Vaselină*	*Parafină*
Unsoare pentru vid înalt	6	5	1
Unsoare consistentă	6	7	1
Unsoare universală	10	18	1
Unsoare moale (Ramsay)	1	4	2
Unsoare foarte moale	1	5	—

b) Unsoare cu stearat de aluminiu. Se obţine dizolvînd 50 g stearat de aluminiu în 200 g ulei mineral vîscos, prin încălzire la 150°C.

c) Unsoare comună de exsicatoare. Se prepară topind vaselină filantă cu parafină, în astfel de proporţii încît la răcire să se obţină consistenţa dorită. Se obţin rezultate bune topind ceară de albine cu terebentină (circa 1 : 1).

d) Unsori insolubile în lichide organice. Se poate utiliza glicerină. Dacă aceasta nu este destul de vîscoasă, se obțin rezultate bune cu o pastă obținută din glicerină și bentonită (argilă coloidală)

Vopsea neagră pentru mese de lemn.

Soluția I: 125 g sulfat de cupru,
125 g clorat de potasiu,
1 000 g apă.

Soluția II: 15 g ulei de anilină,
180 g acid clorhidric concentrat,
1 000 g apă.

Masa de laborator trebuie să fie perfect curată, fără grăsime sau vopsea, de preferință proaspăt dată la rindea. Se aplică soluția I caldă, cu o pensulă; după uscare se aplică un al doilea strat; după uscare, se aplică în același mod două straturi din soluția II.

După uscare se spală excesul de chimicale cu apă și săpun.

După uscare se îmbibă lemnul cu ulei de in fiert, sau cu parafină topită caldă.

Vopsea refractară. a) Se amestecă pulbere de aluminiu cu sticlă solubilă; se obține o vopsea indicată pentru obiectele supuse la temperaturi înalte (cuptoare, etuve etc.)

b) Se amestecă talc cu sticlă solubilă; vopseaua refractară obținută se utilizează la finisarea pieselor din azbest.

5.42. AGENȚI DE STINGERE A INCENDIILOR

Tabelul conține indicațiile necesare pentru alegerea celui mai bun mijloc de stingere a incendiilor provocate de diverse substanțe chimice.

În tabel se notează: fb = foarte bun, b = bun, m = mediocru, nu = nu se va utiliza, iar pentru natura agentului extinctor se notează: A = apă, N = nisip, T = Tetra, B = Bromură C = zăpadă carbonică, S = spumă, Mg = agent extinctor special pentru magneziu, U = agent extinctor uscat, P = agent extinctor pastă.

Material inflamabil	U	P	C	T	B	S	Mg	A	N
Metale alcaline	nu	nu	nu	nu	nu	nu	nu	nu	fb
Alcooli	m	m	b	nu	nu	fb	nu	b	nu
Aluminiu (praf)	nu	nu	nu	nu	nu	nu	nu	nu	fb
Benzină	m	nu	fb	fb	fb	fb	nu	nu	b
Benzen	m	nu	fb	fb	fb	fb	nu	nu	b
Carbid-acetilenă	b	nu	b	b	b	nu	nu	nu	b
Cărbune	nu	fb	nu	nu	nu	fb	nu	fb	m
Cauciuc	m	m	fb	fb	fb	fb	nu	m	b
Celuloid	nu	m	nu	fb	fb	fb	nu	m	nu
Celuloză	m	fb	nu	fb	fb	fb	nu	fb	nu
Coloranți, grăsimi	fb	m	fb	fb	fb	fb	nu	nu	m
Elektron-aliaj (Mg-Al-Mn)	nu	nu	nu	nu	nu	nu	fb	nu	nu
Fosfor	m	m	nu	nu	m	b	nu	fb	fb
Hîrtie	b	fb	m	m	m	fb	nu	fb	nu
Instalații electrice	fb	nu	fb	fb	fb	nu	nu	nu	nu
Lemn	b	fb	m	m	m	fb	nu	fb	b

5.42 (continuare)

Material inflamabil	U	P	C	T	B	S	Mg	A	N
Naftalină	b	m	b	b	fb	fb	m	m	m
Paie	nu	fb	nu	b	b	fb	nu	fb	nu
Parafină	m	b	b	fb	fb	fb	nu	nu	m
Răşini	b	b	b	b	fb	fb	nu	nu	m
Dizolvanţi, diluanţi pentru lacuri	b	nu	b	b	fb	fb	nu	nu	nu
Sulf	b	b	nu	b	b	fb	nu	nu	m
Sulfură de carbon	b	nu	b	b	fb	fb	nu	nu	m
Textile	b	fb	nu	b	b	fb	nu	fb	nu
Toluen	b	nu	fb	fb	fb	fb	nu	nu	nu
Ulei mineral	b	m	fb	fb	fb	fb	nu	nu	m
Ulei de terebentină	b	nu	b	b	b	fb	nu	nu	m
Zahăr	nu	b	nu	nu	nu	fb	nu	fb	nu

6. ELEMENTE. CONSTANTE ATOMICE ŞI NUCLEARE

Cuprins

6.1. Masele atomice relative ale elementelor 559
6.2. Abundenţa elementelor şi compoziţia aerului şi a straturilor pămîntului 561
  6.2.1. Abundenţa elementelor 562
  6.2.2. Compoziţia normală a aerului atmosferic 564
  6.2.3. Compoziţia izotopică a atmosferei 564
  6.2.4. Principalele straturi ale globului pămîntesc 565
6.3. Scurtă caracterizare a elementelor 566
6.4. Sistemul periodic al elementelor şi proprietăţile lor fizice şi chimice 592
  6.4.1. Sistemul periodic după Mendeleev 592
  6.4.2. Inversiunile de masă atomică în sistemul periodic 593
  6.4.3. Sistemul periodic după Werner 593
  6.4.4. Sistemul periodic al elementelor chimice cuprinzînd caracteristicile fundamentale ale elementelor .... (Planşe)
  6.4.5. Densităţile, coeficienţii de dilataţie liniară, punctele de topire şi punctele de fierbere ale unor elemente comune 594
  6.4.6. Proprietăţi calorice, mecanice şi electrice ale elementelor comune 595
6.5. Structura electronică a atomilor 597
  6.5.1. Repartiţia electronilor în starea normală a atomilor 598
  6.5.2. Distribuţia electronilor în nivelele cuantice 601
  6.5.3. Sistemul periodic în formă electronică 602
6.6. Potenţialele de ionizare ale elementelor 603
  6.6.1. Potenţiale de ionizare ale atomilor, în V 603
  6.6.2. Potenţiale de ionizare ale moleculelor 605
  6.6.3. Secţiunea eficace de ciocnire a electronilor cu elementele 605
  6.6.4. Secţiunea eficace de ionizare a elementelor cu electroni 606
6.7. Afinitatea pentru electroni 606
6.8. Electronegativitatea elementelor 607
  6.8.1. Variaţia caracterului ionic, cu diferenţa de electronegativitate 608

6.8.2. Valorile electronegativităţii elementelor 609
6.9. Radioactivitatea naturală 610
6.9.1. Calculul constantei de dezintegrare 612
6.9.2. Evaluarea vîrstei mineralelor de uraniu 613
6.9.3. Seriile elementelor radioactive 613
6.9.3.1. Seria uraniului $(4n + 2)$ 613
6.9.3.2. Seria toriului $(4n)$ 614
6.9.3.3. Seria neptuniului $(4n + 1)$ 614
6.9.3.4. Seria actiniului $(4n + 3)$ 615
6.9.4. Izotopii radioactivi naturali ai elementelor (fără serie de dezintegrare) 616
6.10. Proprietăţile caracteristice ale izotopilor 616
6.10.1. Proprietăţile caracteristice ale izotopilor 617
6.10.2. Radionuclizi importanţi emiţători de radiaţii alfa 680
6.10.3. Radionuclizi emiţători de radiaţii β^+ 683
6.10.4. Radionuclizi emiţători de radiaţii β^- 684
6.11. Spinii şi momentele nucleare 686
6.12. Fluorescenţa de rezonanţă nucleară (efectul Mössbauer) 698
6.12.1. Elementele care dau fluorescenţă nucleară de rezonanţă 701
6.12.2. Date nucleare pentru fluorescenţa de rezonanţă 702
6.13. Secţiunile eficace ale elementelor şi izotopilor pentru interacţiunea cu neutroni termici 703
6.13.1. Clasificarea neutronilor 705
6.13.2. Surse importante de neutroni 705
6.13.3. Secţiunile eficace pentru neutronii termici 705
6.13.4. Secţiunile eficace de captură şi fisiune pentru izotopii elementelor cu $Z > 88$ 719
6.14. Caracteristicile elementelor pentru difuziunea neutronilor 722

6. ELEMENTE. CONSTANTE ATOMICE ŞI NUCLEARE

6.1. MASELE ATOMICE RELATIVE ALE ELEMENTELOR

Tabelul următor conţine, în ordine alfabetică, elementele cu specificaţia simbolului, numărului atomic şi a masei atomice în scară unificată, a maselor atomice relative, pe baza izotopului ^{12}C (v. cap. 4).

În paranteză sînt redate valorile maselor atomice ale izotopului cu viaţa cea mai lungă. Masele atomice conţinute în tabel sînt determinate prin metode chimice şi fizice, asupra amestecurilor naturale de izotopi care constituie elementul (pentru abundenţa izotopilor v. tabelul 6.10). Dintre elementele cuprinse în tabel, următoarele apar sub forma izotopic pură în natură: F, Na, Al, P, Sc, Mn, Co As, Y, Nb, Rh, I, Cs, Pr, Tb, Ho, Tm, Ta, Au şi Bi. Celelalte elemente apar în natură sub formă de amestec, cu o compoziţie constantă de izotopi. Determinările precise cu spectometria de masă au arătat că variaţia masei atomice datorită unei modificări a compoziţiei izotopice este de ordinul erorilor experimentale: de exemplu, pentru B, cu ± 0,003 unităţi; pentru C, cu ± 0,00005; pentru H, cu ± 0,00001; pentru O, cu ± 0,0001; pentru Si, cu ± 0,001; pentru S, cu ± 0,003 unităţi de masă atomică.

În general, erorile medii de măsură sînt de ordinul: ± 0,002 pentru Br; ± 0,001 pentru Cl; ± 0,001 pentru Cr; ± 0,003 pentru Fe; ± 0,003 pentru Ag; însă pentru cîteva elemente, eroarea atinge limita ± 0,5 unităţi atomice de masă.

Tabelul maselor atomice relative ale elementelor (I.U.P.A.C. 1969)

(Scara unificată $^{12}C = 12$)

Elementul	Numărul atomic Z	Simbolul	Masa atomică	Elementul	Numărul atomic Z	Simbolul	Masa atomică
Actiniu	89	Ac	(227)	Bariu	56	Ba	137,34 ± 0,03
Aluminiu	13	Al	26,9815 ± 0,0001	Beriliu	4	Be	9,01218 ± 0,0001
Americiu	95	Am	(243)	Berkeliu	97	Bk	(247)
Antimoniu	51	Sb	121,75 ± 0,03	Bismut	83	Bi	208,9806 ± 0,0001
Argint	47	Ag	107,868 ± 0,001	Bor	5	B	10,81 ± 0,03
Argon	18	Ar	39,948 ± 0,003(g)	Brom	35	Br	79,904 ± 0,001
Arsen	33	As	74,9216 ± 0,0001	Cadmiu	48	Cd	112,40 ± 0,03
Astatin	85	At	(210)	Calciu	20	Ca	40,08 ± 0,01
Aur	79	Au	196,9665 ± 0,0001	Californiu	98	Cf	(251)
Azot	7	N	14,0067 ± 0,0001	Carbon	6	C	12,011 ± 0,001

6.1 (continuare)

Elementul	Numărul atomic Z	Simbolul	Masa atomică	Elementul	Numărul atomic Z	Simbolul	Masa atomică
Ceriu	58	Ce	140,12 ±0,01	Osmiu	76	Os	190,2 ±0,1
Cesiu	55	Cs	132,9055 ±0,0001	Oxigen	8	O	15,9994 ±0,0003
Clor	17	Cl	35,453 ±0,001	Paladiu	46	Pd	106,4 ±0,1
Cobalt	27	Co	58,9332 ±0,0001	Platină	78	Pt	195,09 ±0,03
Crom	24	Cr	51,996 ±0,001	Plumb	82	Pb	207,2 ±0,1 (g)
Cupru	29	Cu	63,546 ±0,003	Plutoniu	94	Pu	(242)
Curiu	96	Cm	(247)	Poloniu	84	Po	(210)
Disprosiu	66	Dy	162,50 ±0,03	Potasiu	19	K	39,102 ±0,003
Einsteiniu	99	Es	(254)	Praseodim	59	Pr	140,9077 ±0,0001
Erbiu	68	Er	167,26 ±0,03	Promeţiu	61	Pm	(147)
Europiu	63	Eu	151,96 ±0,01	Protactiniu	91	Pa	231,0359 ±0,0001 (l)
Fier	26	Fe	55,847 ±0,003	Radiu	88	Ra	226,0254 ±0,001 (g)
Fermiu	100	Fm	(253)	Radon	86	Rn	(222)
Fluor	9	F	18,9984 ±0,0001	Reniu	75	Re	186,2 ±0,1
Fosfor	15	P	30,9738 ±0,0001	Rodiu	45	Rh	102,9055 ±0,0001
Franciu	87	Fr	(223)	Rubidiu	37	Rb	85,4678 ±0,0003
Gadoliniu	64	Gd	157,25 ±0,03	Ruteniu	44	Ru	101,07 ±0,03
Galiu	31	Ga	69,72 ±0,01	Samariu	62	Sm	150,4 ±0,1
Germaniu	32	Ge	72,59 ±0,03	Scandiu	21	Sc	44,9559 ±0,0001
Hafniu	72	Hf	178,49 ±0,03	Seleniu	34	Se	78,96 ±0,03
Heliu	2	He	4,0026 ±0,0001	Siliciu	14	Si	28,086 ±0,003
Hidrogen	1	H	1,0080 ±0,0003	Sodiu	11	Na	22,9898 ±0,0001
Holmiu	67	Ho	164,9303 ±0,0001	Staniu	50	Sn	118,69 ±0,03
Indiu	49	In	114,82 ±0,01	Stronţiu	38	Sr	87,62 ±0,01
Iod	53	I	126,9045 ±0,0001	Sulf	16	S	32,06 ±0,01
Iridiu	77	Ir	192,22 ±0,03	Taliu	81	Tl	204,37 ±0,03
Kripton	36	Kr	83,80 ±0,01	Tantal	73	Ta	180,9479 ±0,0003
Lantan	57	La	138,9055 ±0,0003	Tehneţiu	43	Tc	98,9062 ±0,0001 (l)
Lawrenciu	103	Lr	(257)	Telur	52	Te	127,60 ±0,03
Litiu	3	Li	6,941 ±0,003	Terbiu	65	Tb	158,9254 ±0,0001
Luteţiu	71	Lu	174,97 ±0,01	Titan	22	Ti	47,90 ±0,03
Magneziu	12	Mg	24,305 ±0,001	Toriu	90	Th	232,0381 ±0,0001
Mangan	25	Mn	54,9380 ±0,0001	Tuliu	69	Tm	168,9342 ±0,0001
Mendeleviu	101	Md	(256)	Uraniu	92	U	238,029 ±0,001
Mercur	80	Hg	200,59 ±0,03	Vanadiu	23	V	50,94 ±0,001
Molibden	42	Mo	95,94 ±0,03	Wolfram	74	W	183,85 ±0,03
Neodim	60	Nd	144,24 ±0,03	Xenon	54	Xe	131,30 ±0,03
Neon	10	Ne	20,179 ±0,003	Yterbiu	70	Yb	173,04 ±0,03
Neptuniu	93	Np	237,0482 ±0,0001 (l)	Ytriu	39	Y	88,9059 ±0,0001
Nichel	28	Ni	58,71 ±0,03	Zinc	30	Zn	65,37 ±0,03
Niobiu	41	Nb	92,9064 ±0,0001	Zirconiu	40	Zr	91,22 ±0,01
Nobeliu	102	No	(254)				

Notă: (g) indică compoziţii izotopice variabile în funcţie de natura mineralului; (l) indică izotopul cu viaţa cea mai lungă.

6.2. ABUNDENŢA ELEMENTELOR ŞI COMPOZIŢIA AERULUI ŞI A STRATURILOR PĂMÎNTULUI

Răspîndirea, procedeul de extracţie şi proprietăţile elementelor (de altfel şi a combinaţiilor lor) se pot explica prin teoria structurii atomice (sistemul periodic), seria electrochimică şi entalpia liberă a elementelor şi a combinaţiilor lor (v. vol.III). În majoritatea cazurilor elementele se găsesc în minerale sub formă de combinaţii; prezenţa oxigenului în atmosferă, necombinat, cu o valoare mare a electronegativităţii (v. sistemul periodic al elementelor), este explicabilă deoarece cantitatea corespunzătoare din atmosferă este mică în comparaţie cu cantitatea combinată în oxizi, oxisăruri şi apă (v. tabelul 6.2.1). Cifrele din tabel sînt evaluări bazate pe numeroase analize, ale căror rezultate reprezintă valori medii pentru tot învelişul exterior al globului pînă la o adîncime de 16 km sub nivelul mării. În afară de scoarţa terestră solidă, în acest înveliş exterior se cuprinde apa oceanelor şi a mărilor, precum şi atmosfera. Se apreciază scoarţa solidă la 93,6%, hidrosfera la 6,91%, iar atmosfera la 0,03% în greutate din acest înveliş exterior. Din examinarea tabelului se pot scoate următoarele concluzii:

1) importanta răspîndire a oxigenului, siliciului şi aluminiului, care constituie 82,4% în greutate din total;

2) răspîndirea fierului, calciului, sodiului, potasiului şi magneziului, care împreună alcătuiesc 15% din total;

3) marea afinitate a siliciului şi aluminiului pentru oxigen;

4) stabilitatea ridicată la căldură, presiunea foarte mică de vapori şi insolubilitatea bioxidului de siliciu şi oxidului de aluminiu;

5) comportarea slab acidă a oxizilor de siliciu şi aluminiu care formează silicaţi şi alumosilicaţi foarte stabili şi insolubili cu potasiu, sodiu, calciu , magneziu şi fier, ultimele constituind mineralele mafice (silicaţi coloraţi, denumirea derivînd de la iniţialele magneziului şi fierului).

Cele douăsprezece elemente mai răspîndite (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti, Cl, F), alcătuiesc 99,5% din straturile exterioare ale pămîntului; toate celelalte elemente la un loc nu apar decît în proporţie de cinci miimi din masa totală. Acestea sînt, aproape toate, elemente cu mase atomice mari.

Remarcabil este faptul că multe elemente considerate ca rare, cum sînt de exemplu, cîteva din elementele familiei pămînturilor rare (lantan, samariu, gadoliniu, disprosiu, yterbiu, lutețiu), sînt în realitate mai frecvente decît unele elemente considerate comune, ca antimoniul, bismutul, mercurul şi cadmiul.

Elementele titan, zirconiu, şi vanadiu, considerate în general ca rare, se numără în realitate printre cele mai răspîndite. Discordanţa dintre evaluările exacte prezentate în tabel şi aprecierile obişnuite se datoresc unor motive de ordin economic, depinzînd de forma, dispersată sau concentrată, sub care se găsesc în pămînt. Titanul şi vanadiul sînt dispersate uniform în toată litosfera şi nu apar decît relativ rareori în concentraţii mari sub formă de zăcăminte exploatabile, în timp ce elemente cu mult mai rare, ca argintul, iodul sau mercurul, se găsesc adesea acumulate în concentraţii mari, prelucrabile în vederea obţinerii lor industriale.

6.2.1. Abundența elementelor

(p indică decelarea prezenței)

Nr. atomic	Simbolul elementului	Conținutul în scoarța solidă 10^{-4}g/g	Conținutul în apa mărilor mg/kg	Conținutul meteoriților 10^{-2}g/g		Conținutul în soare, atomi la 10 000 atomi Si	Abundența general (univers), atomi la 10 000 atomi Si (aproximativ)
				pietroși	fieroși		
1	H	—	57 300	0,063	—	$us \times 10^8$	$3,5 \times 10^8$
2	He	—	—	—	—	p	$3,5 \times 10^7$
3	Li	0,65	0,1	0,0003	—	p	—
4	Be	0,06	—	0,0001	—	p	—
5	B	0,03	4,6	0,0003	—	p	—
6	C	3,2	28	0,04	0,11	100 000	80 000
7	N	0,46	0,01—0,7	$9 \cdot 10^{-5}$	—	210 000	160 000
8	O	4 660	910 000	41,02	—	280 000	220 000
9	F	8	1,4	0,004	—	p	90
10	Ne	$7 \cdot 10^{-7}$	—	—	—	—	37 000
11	Na	283	10 561	0,78	—	980	460
12	Mg	209	1 272	15,82	0,032	17 000	8 900
13	Al	813	0,5	1,74	0,004	1 100	880
14	Si	2 772	0,02 —4,0	20,57	0,004	10 000	10 000
15	P	12	0,001—0,1	0,16	0,22	p	130
16	S	5,2	884	1,79	0,036	4 300	3 500
17	Cl	4,8	18 980	0,09	—	—	170
18	Ar	0,0004	—	—	—	—	1 000
19	K	259	380	0,20	—	81	69
20	Ca	363	400	1,97	0,05	880	670
21	Sc	0,05	$4 \cdot 10^{-5}$	0,00058	—	1,1	0,18
22	Ti	44	—	0,09	0,01	47	26
23	V	1,5	0,0003	0,009	0,0006	58	2,5
24	Cr	2	—	0,34	0,024	200	95
25	Mn	10	0,001—0,01	0,30	0,03	150	77
26	Fe	500	0,002—0,02	15,64	90,8	27 000	18 300
27	Co	0,4	—	0,021	0,63	55	99
28	Ni	1	0,0001	0,14	8,60	460	1 340
29	Cu	0,7	0,001—0,01	0,00016	0,031	8,7	4,6
30	Zn	0,8	0,005	0,00034	0,012	31	1,6
31	Ga	0,15	—	$5 \cdot 10^{-5}$	0,005	p	0,65
32	Ge	0,07	—	0,001	0,019	p	2,5
33	As	0,05	0,01—0,02	0,002	0,036	—	4,8
34	Se	0,0009	0,004	0,0013	0,0003	—	0,25
35	Br	0,025	65	0,0025	0,0001	—	0,42
36	Kr	—	—	—	—	—	0,87
37	Rb	3,1	0,2	0,00045	—	p	0,071
38	Sr	1,5	13	0,0026	—	1,1	0,41
39	Y	0,28	0,0003	0,00066	—	0,83	0,10
40	Zr	2,2	—	0,01	0,0008	0,12	1,5
41	Nb	0,2	—	$5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	p	0,009
42	Mo	0,02	0,0005	0,00025	0,017	0,031	0,19
43	Tc	—	instabil			—	—
44	Ru	—	—	—	0,0011	p	0,093

1	2	3	4	5	6	7	8
45	Rh	10^{-5}	—	—	0,00041	*p*	0,035
46	Pb	0,00010	—	—	0,00037	*p*	0,032
47	Ag	0,0018	0,0003	—	0,00033	*p*	0,027
48	Cd	0,002	—	0,00016	0,0008	*p*	0,026
49	In	0,001	—	$2{,}4 \cdot 10^{-5}$	0,0001	*p*	0,01
50	Sn	0,4	—	0,0003	0,0077	*p* ?	0,62
51	Sb	1	—	$1 \cdot 10^{-5}$	0,0002	*p*	0,017
52	Te	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$	—	—	—	—	—
53	I	0,003	0,05	0,00013	$6 \cdot 10^{-5}$	—	0,018
54	Xe	—	—	—	—	—	0,015
55	Cs	0,07	0,002	$1 \cdot 10^{-5}$	—	*p* ?	0,001
56	Ba	2,5	0,05	0,0009	—	0,46	0,039
57	La	0,18	0,0003	0,00022	—	*p*	0,021
58	Ce	0,46	0,0004	0,00025	—	*p*	0,023
59	Pr	0,055	—	0,00010	—	*p*	0,0096
60	Nd	0,24	—	0,00037	—	*p*	0,033
61	Pm	—	—	—	—	—	—
62	Sm	0,065	—	0,00013	—	*p*	0,012
63	Eu	0,011	—	$3{,}3 \cdot 10^{-3}$	—	*p*	0,0028
64	Gd	0,064	—	0,00020	—	*p*	0,017
65	Tb	0,0091	—	$6{,}4 \cdot 10^{-5}$	—	*p* ?	0,0052
66	Dy	0,045	—	0,00025	—	*p*	0,020
67	Ho	0,012	—	$7{,}2 \cdot 10^{-5}$	—	—	0,0057
68	Er	0,025	—	0,00021	—	*p*	0,016
69	Tm	0,0020	—	$3{,}8 \cdot 10^{-5}$	—	*p*	0,0029
70	Yb	0,027	—	0,00020	—	*p*	0,015
71	Lu	0,0075	—	$6{,}5 \cdot 10^{-5}$	—	*p*	0,0048
72	Hf	0,045	—	0,0001	—	*p*	0,007
73	Ta	0,02	—	$3{,}8 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-6}$	*p* ?	0,0031
74	W	1	—	0,0018	0,00081	*p*	0,17
75	Re	10^{-5}	—	—	$8{,}5 \cdot 10^{-5}$	—	0,0041
76	Os	—	—	—	0,00076	*p*	0,035
77	Ir	10^{-5}	—	—	0,00030	*p*	0,014
78	Pt	$5 \cdot 10^{-5}$	—	$8{,}3 \cdot 10^{-6}$	0,0019	*p*	0,087
79	Au	$5 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-6}$	—	0,00018	*p*	0,0082
80	Hg	0,005	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	—	—	—
81	Tl	0,03	—	$1{,}5 \cdot 10^{-5}$	—	—	—
82	Pb	0,16	0,004	0,0002	0,006	0,18	0,27
83	Bi	0,002	—	—	$5 \cdot 10^{-5}$	—	0,0021
84—89	Po—Ac	instabil		—	—	—	—
90	Th	0,12		0,0002	$4 \cdot 10^{-6}$	*p*	0,012
91	Pa	instabil		—	—	—	—
92	U	0,04	0,0015	$4 \cdot 10^{-7}$	$7 \cdot 10^{-7}$	—	0,0026
93—103	Np—Lw	instabil		—	—	—	—

6.2.2. Compoziția normală a aerului atmosferic

(părți în 10^6 părți aer uscat)

Componentul	În volume	În greutate	Componentul	În volume	În greutate	Componentul	În volume	În greutate
N_2	780 900	755 200	Ne	18	12	N_2O	0,5	0,8
O_2	209 500	231 500	He	5,2	0,72	H_2	0,5	0,04
Ar	9 300	12 800	CH_4	1,5	0,8	O_3	0,4	0,7
CO_2	300	460	Kr	1	3	Xe	0,08	0,4

Observație: Cantitatea de CO_2 este variabilă; valoarea indicată se referă la o atmosferă curată, departe de oraş. Cantitatea de vapori de apă este variabilă, de obicei în domeniul 10^3-10^4 p. în 10^6 p. (volume) aer.

6.2.3. Compoziția izotopică a atmosferei

Izotopii stabili ai elementelor care se găsesc în aer sînt utilizați ca: agenți frigoriferi, laseri gazoşi, standarde pentru lungimea de undă, trasori în studii medicale şi în general biologice. Rezultatele unei analize aproape complete a compoziției izotopice sînt prezentate în tabelul alăturat; rezultă în mod evident că aerul poate constitui o sursă importantă de izotopi. Valorile concentrației corespund la părți pe bilion (în volume).

Numărul de masă	Gazul	Concentrația (p.p.b. volum)	Numărul de masă	Gazul	Concentrația (p.p.b. volum)
2	H_2	500	46	$^{12}C^{17}O_2$	0,04
3	HD	0,15	46	$^{13}C^{16}O^{17}O$	3
3	^{3}He	0,007	47	$^{13}C^{1}O^{18}O$	10
4	^{4}He	5 240	47	$^{13}C^{617}O_2$	0,0007
20	^{20}Ne	16 450	47	$^{12}C^{17}O^{18}O$	0,5
21	^{21}Ne	50	48	$^{13}C^{17}O^{18}O$	0,05
22	^{22}Ne	1 680	48	$^{12}C^{18}O_2$	3
28	$^{14}N^{14}N$	774 400 000	49	$^{13}C^{18}O_2$	0,03
29	$^{14}N^{15}N$	4 674 000	78	Kr	4
30	$^{15}N^{15}N$	1 0000	80	Kr	26
32	$^{16}O^{16}O$	208 450 000	82	Kr	130
33	$^{16}O^{17}O$	155 000	83	Kr	130
34	$^{16}O^{18}O$	855 000	84	Kr	650
34	$^{17}O^{17}O$	30	86	Kr	200
35	$^{17}O^{18}O$	160	124	Xe	0,08
36	$^{18}O^{18}O$	870	126	Xe	0,08
36	^{36}Ar	31 100	128	Xe	1,7
38	^{38}Ar	5 900	129	Xe	23,0
40	^{40}Ar	9 303 000	130	Xe	3,5
44	$^{12}C^{16}O_2$	325 000	131	Xe	18,4
45	$^{12}C^{16}O\ ^{17}O$	260	132	Xe	23,4
45	$^{13}C^{16}O_2$	3 600	134	Xe	9,1
46	$^{12}C^{16}O\ ^{18}O$	1 300	136	Xe	7,7

6.2.4. Principalele straturi ale globului pămîntesc

Studiile geofizice de determinare a vitezei de propagare a undelor seismice au arătat existența a trei suprafețe de discontinuitate în variația densității, compresibilității și rezistenței. Pe această bază au fost calculate grosimile straturilor constitutive ale planetei pămîntești indicate în tabelul următor.

În timp ce densitatea medie a scoarței pămîntului este de numai 2,7, densitatea medie a planetei dedusă din atracțiile altor corpuri cerești este de circa 5,5 $g \cdot cm^{-3}$. Aceasta a condus la ipoteza unui miez compus din metale grele, siderosfera (Nife), acoperit de un strat de oxizi și sulfuri (calcosfera) și de pătura exterioară litosfera, constituită din silicați (Sima).

Compoziția atmosferei este discutabilă. Densitatea mare a silicaților din pătura de eglogite (Sima) se explică prin presiunea foarte înaltă la care sînt stabile minerale care nu pot exista la suprafața pămîntului (Sial). Cu toate că temperatura este ridicată, aceste minerale se află în stare solidă.

Litosfera este compusă din aproximativ 95% roci eruptive, 4% roci metamorfice și 1% roci sedimentare. Printre cele din urmă, o pătrime sînt calcaruri.

Stratul	Raza, respectiv grosimea stratului	Compoziția
Siderosfera	3 500 km	Fe, Ni, Co, P, As, C, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, Ge, Sn, Mo, W, Nb, Ta, Se, Fe Compoziție similară cu a meteoriților feroși (v. tabelul 6. 2.1) Densitatea $\approx$ 8
Calcosfera	1 700 km	O, S, Se, Te, Fe, Cr, Ni, Co, Cu, Zn, Cd, Pb, Sn, Ge, Mo, As, Sb, Bi, Ag, Au, Hg, Pd, Ru, Pt, Ga, Ir, Tl, Cr, oxizi și sulfuri Densitatea: 5–6
Litosfera	1 200 km	
– pătura de eglogite	1 100 km	Silicați grei (Mg, Fe), (Sima) Compoziția aproximativă a meteoriților feroși (v. tabelul 6.2.1) Densitatea: 3,6–4
– pătura externă de silicați	120 km	Silicați ușori (Al, alcalii) (Sial) Densitatea: ~ 2,8
Hidrosfera		v. tabelul 6.2.1
Atmosfera	200 km	H, N, C, O, Cl, Br, I, He, Ne, Ar, Kr, Xe (v. tabelul 6.2.2)
Biosfera		C, H, O, N, P, S, Cl, I, B, Ca, Mg, K, Na, V, Mn, Fe, Lu

6.3. SCURTĂ CARACTERIZARE A ELEMENTELOR

Din punct de vedere chimic (fără a lua în considerare izotopii) se cunosc astăzi 105 specii atomice diferite. Molecula substanței simple este constituită din același tip de atomi, spre deosebire de combinație, care conține atomi diferiți. Trebuie să se remarce diferența principială dintre noțiunea de substanță simplă și conceptul de element chimic, care reprezintă invariantul ce se conservă independent de natura transformărilor fizice și chimice pe care le suferă molecula simplă. Elementul se conservă în toate reacțiile chimice, dar dispare în reacțiile nucleare.

Se prezintă în continuare scurte caracterizări ale elementelor. De fapt, caracteristica cea mai evidentă a elementelor corespunde la răspîndirea lor variată, ilustrată în 6.2, urmată de legea periodicității (1869), ilustrată în 6.4 prin diferite tipuri de tabele de clasificare și proprietăți.

Descoperirea radioactivității, a legilor razelor X și a izotopilor constituie etape importante n definitivarea cunoștințelor noastre asupra elementelor.

Descoperirea reacțiilor nucleare de diferite tipuri și posibilitățile de a fisiona nucleele elementelor grele, de a sintetiza elementele transuranice și de a fuziona nucleele elementelor ușoare reprezintă progresul cel mai important al chimiei moderne a elementelor.

Tehnicile de lucru în acest domeniu al elementelor transuranice sînt deosebite, impunînd operații cu 50—100 atomi. În unele cazuri, la elementele cu Z = 102 (nobeliul) și $Z = 103$ (lawrenciul) nici nu s-au putut studia proprietățile chimice.

Experiența a arătat că izotopii cu $A = 256$ ai elementelor $Z = 100$ și $Z = 101$ se dezintegrează prin fisiune spontană. S-a prevăzut că toți izotopii cu A par și Z par, ca 102 și 104, se vor dezintegra și mai rapid prin fisiune spontană și, probabil, că noile elemente care vor fi descoperite vor avea număr de masă impar.

Caracteristicile nucleare sînt studiate într-o măsură din ce în ce mai mare, contribuind astfel nu numai la completarea cunoștințelor asupra sistemului atomic, permițînd și stabilirea de noi metode spectroscopice de o importanță teoretică și practică deosebită în chimia modernă.

Constantele fizice și chimice obișnuite sînt prezentate în tabelele 6.4 și în cap. 7.

Actiniu, Ac (grec. *aktis, aktinos* = rază). A fost descoperit în 1899 în reziduurile de la prelucrarea pechblendei. Se găsește în toate minereurile de uraniu în proporție de circa 1 atom la 900 milioane atomi de uraniu. Aceasta se explică prin faptul că actiniu se formează din izotopul 235 al uraniului (v. tabelul 6.9.3) unde sînt redați și descendenții actiniului). La prelucrarea reziduurilor de pechblendă, actiniul se precipită împreună cu pămînturile rare, și anume se concentrează în fracțiunea de lantan de care nu a putut fi încă separat complet din cauza marii asemănări chimice. De aceea, masa atomică chimică nu a putut fi măsurată. Numărul de masă A este 227. Acesta s-a dedus din legile transformărilor radioactive (ținînd seamă de masa atomică a elementului final al seriei AcD). Trivalența ionului de actiniu a fost stabilită prin măsurarea constantei sale de difuziune (Hevesy). Actiniul suferă o dezintegrare ramificată: majoritatea se transformă prin emisie β în radioactiniu; o mică fracțiune suferă dezintegrare α trecînd în izotopul 223 al franciului (numit inițial actiniu K; v. „franciu“). Mesotoriul II este un izotop al actiniului ($Z = 89$).

Actinon, v. Kradon.

Alabamiu, v. Astatin.

Aluminiu, Al (lat. *alumen* = alaun). A fost obținut prima oară în 1825. După oxigen și siliciu, aluminiul este elementul cel mai răspîndit în natură (circa 7,5% greut. din scoarța exterioară a pămîntului). Este conținut în silicați: feldspați, mică, hornblende și în argile. Importanți sînt oxizii și hidroxizii, aluminații de beriliu și magneziu (spineli) și criolitul, $Na_3(AlF_6)$. Oxidul, Al_2O_3, se găsește în natură sub formă de rubin, safir, corindon, emeri; în ce privește duritatea urmează diamantului (duritate 9, în scara Mohs). La noi se găsește aluminiu sub formă de bauxită AlO(OH), în Munții Apuseni, în regiunea Pădurea Craiului, Remeț,

6.3. SCURTĂ CARACTERIZARE A ELEMENTELOR

Din punct de vedere chimic (fără a lua în considerare izotopii) se cunosc astăzi 105 specii atomice diferite. Molecula substanței simple este constituită din același tip de atomi, spre deosebire de combinație, care conține atomi diferiți. Trebuie să se remarce diferența principială dintre noțiunea de substanță simplă și conceptul de element chimic, care reprezintă invariantul ce se conservă independent de natura transformărilor fizice și chimice pe care le suferă molecula simplă. Elementul se conservă în toate reacțiile chimice, dar dispare în reacțiile nucleare.

Se prezintă în continuare scurte caracterizări ale elementelor. De fapt, caracteristica cea mai evidentă a elementelor corespunde la răspîndirea lor variată, ilustrată în 6.2, urmată de legea periodicității (1869), ilustrată în 6.4 prin diferite tipuri de tabele de clasificare și proprietăți.

Descoperirea radioactivității, a legilor razelor X și a izotopilor constituie etape importante n definitivarea cunoștințelor noastre asupra elementelor.

Descoperirea reacțiilor nucleare de diferite tipuri și posibilitățile de a fisiona nucleele elementelor grele, de a sintetiza elementele transuranice și de a fuziona nucleele elementelor ușoare reprezintă progresul cel mai important al chimiei moderne a elementelor.

Tehnicile de lucru în acest domeniu al elementelor transuranice sînt deosebite, impunînd operații cu 50—100 atomi. În unele cazuri, la elementele cu $Z = 102$ (nobeliul) și $Z = 103$ (lawrenciul) nici nu s-au putut studia proprietățile chimice.

Experiența a arătat că izotopii cu $A = 256$ ai elementelor $Z = 100$ și $Z = 101$ se dezintegrează prin fisiune spontană. S-a prevăzut că toți izotopii cu A par și Z par, ca 102 și 104, se vor dezintegra și mai rapid prin fisiune spontană și, probabil, că noile elemente care vor fi descoperite vor avea număr de masă impar.

Caracteristicile nucleare sînt studiate într-o măsură din ce în ce mai mare, contribuind astfel nu numai la completarea cunoștințelor asupra sistemului atomic, permițînd și stabilirea de noi metode spectroscopice de o importanță teoretică și practică deosebită în chimia modernă.

Constantele fizice și chimice obișnuite sînt prezentate în tabelele 6.4 și în cap. 7.

Actiniu, Ac (grec. *aktis, aktinos* = rază). A fost descoperit în 1899 în reziduurile de la prelucrarea pechblendei. Se găsește în toate minereurile de uraniu în proporție de circa 1 atom la 900 milioane atomi de uraniu. Aceasta se explică prin faptul că actiniu se formează din izotopul 235 al uraniului (v. tabelul 6.9.3) unde sînt redați și descendenții actiniului). La prelucrarea reziduurilor de pechblendă, actiniul se precipită împreună cu pămînturile rare, și anume se concentrează în fracțiunea de lantan de care nu a putut fi încă separat complet din cauza marii asemănări chimice. De aceea, masa atomică chimică nu a putut fi măsurată. Numărul de masă A este 227. Acesta s-a dedus din legile transformărilor radioactive (ținînd seamă de masa atomică a elementului final al seriei AcD). Trivalența ionului de actiniu a fost stabilită prin măsurarea constantei sale de difuziune (Hevesy). Actiniul suferă o dezintegrare ramificată: majoritatea se transformă prin emisie β în radioactiniu; o mică fracțiune suferă dezintegrare α trecînd în izotopul 223 al franciului (numit inițial actiniu K; v. „franciu"). Mesotoriul II este un izotop al actiniului ($Z = 89$).

Actinon, v. Kradon.

Alabamiu, v. Astatin.

Aluminiu, Al (lat. *alumen* = alaun). A fost obținut prima oară în 1825. După oxigen și siliciu, aluminiul este elementul cel mai răspîndit în natură (circa 7,5% greut. din scoarța exterioară a pămîntului). Este conținut în silicați: feldspați, mică, hornblende și în argile. Importanți sînt oxizii și hidroxizii, aluminații de beriliu și magneziu (spineli) și criolitul, $Na_3(AlF_6)$. Oxidul, Al_2O_3, se găsește în natură sub formă de rubin, safir, corindon, emeri; în ce privește duritatea urmează diamantului (duritate 9, în scara Mohs). La noi se găsește aluminiu sub formă de bauxită $AlO(OH)$, în Munții Apuseni, în regiunea Pădurea Craiului, Remeț.

Pietrosul şi Valea Arieşului. Industrial, aluminiul se obţine prin electroliza unei soluţii de oxid de aluminiu în criolit topit, cu electrozi de cărbune. Aluminiul este un metal alb, rezistent la acţiunea aerului, acoperindu-se cu un strat protector de oxid, alb. Conductibilitatea termică este de două ori mai mare decît a fierului şi jumătate din aceea a cuprului. Conductibilitatea electrică atinge 60% din aceea a cuprului. Rezistenţa la tracţiune este mică. Este un metal maleabil şi foarte electropozitiv, aşa încît în contact cu multe alte metale ele se corodează repede. Încălzit la 600°C devine casant, dînd prin pulverizare griş de aluminiu. Aliajele de aluminiu sînt dure şi uşoare. Mai importante sînt: duraluminiul (Al-Cu-Mg-Mn), siluminul (Al-Si) şi mangaliul (Al-Mg). Compuşii cei mai importanţi sînt oxidul, sulfatul şi sulfatul dublu cu potasiu (alaun). Combinaţiile organo-metalice se folosesc în cataliza polimerizării stereospecifice (v. vol. III).

Americiu, Am. Elementul artificial transuranic cu $Z = 95$, a fost descoperit în 1944 prin bombardarea uraniului ^{238}U cu particule α de energie foarte mare (40 MeV). Izotopul ^{241}Pu care se formează trece prin emisie de electroni (β) în ^{241}Am. Acest izotop emite particule α şi are un timp de înjumătăţire de aproximativ 500 ani. Cel mai stabil izotop este ^{243}Am care a fost folosit la determinările proprietăţilor chimice. În soluţie apoasă acidă, americiul se găseşte sub forma Am(III), Am(V), Am(VI) şi sînt dovezi în favoarea stărilor Am^{3+}, AmO_2^+, AmO_2^{2+} dar starea trivalentă este foarte stabilă: numai în soluţie alcalină poate fi oxidat. Americiul a fost separat de lantanide cu ajutorul schimbătorilor de ioni.

Antimoniu (Stibiu) Sb (*Antimonium*, etimologie necunoscută: *stibiu*, de la lat. *stibium* şi grec. *stimmi* = mineralul stibină). Compuşii antimoniului se cunosc din vechime, iar metalul, de la începutul secolului al XVII-lea. Se găseşte în natură uneori în stare nativă. Cel mai răspîndit mineral este sulfura, *stibina* Sb_2S_3; se găseşte, însă, şi sub formă de sulfoantimoniaţi ai metalelor grele. Antimoniul se obţine din stibină prin topire cu fier sau prin prăjire şi reducerea cu cărbune a oxidului format. Elementul liber are structură cristalină, culoare albă-albăstruie şi luciu metalic intens; este rău conducător de căldură şi electricitate. Densitate 6,8, duritate 3,8, casant; în aer arde la 800°C, producînd un fum alb de Sb_2O_3. Antimoniul se întrebuinţează puţin; importante sînt aliajele cu plumb (plumb tare), cu plumb şi staniu pentru litere de tipar şi cu staniu, plumb şi cupru pentru metal alb de lagăre. Compuşii importanţi sînt sulfura, clorura şi emeticul (tartratul dublu de potasiu şi antimoniu).

Aramă, v. Cupru

Argint, Ag (lat. *argentum*). Argintul se cunoaşte din antichitate. În natură se găseşte în stare nativă şi combinat, mai ales cu sulful. Cel mai important minereu, sulfura, *argentita*, Ag_2S, apare rareori în stare pură, de obicei este amestecată cu sulfuri de plumb, cupru, antimoniu şi arsen. Mai puţin importante sînt *kerargirita*, AgCl, *bromargita*, AgBr şi *discracrita*, Ag_3Sb. În ţara noastră se găsesc minereuri argentifere în Munţii Apuseni şi în regiunea Baia Mare. Argintul se obţine din minereuri prin cianurare sau, din plumb argentifer, prin topire şi adăugare de zinc. Acesta se separă sub forma unei spume conţinînd tot argintul în soluţie solidă (procedeul Parkes). Este un metal alb, lucios, duritate 2,7, cel mai ductil după aur. Dintre metale are cea mai bună conductibilitate calorică şi electrică. Nu se oxidează la aer, dar în stare topită dizolvă oxigen pe care îl elimină la solidificare. În prezenţă de hidrogen sulfurat umed se acoperă cu un strat superficial negru de Ag_2S. Rezistent faţă de agenţii chimici, argintul este folosit la confecţionarea de podoabe, instrumente medicale, aparate chimice. În aceste scopuri cît şi pentru baterea monezilor, argintul se foloseşte aliat cu cupru. Compuşii cei mai importanţi sînt azotatul $AgNO_3$, folosit în medicină ca antiseptic şi halogenurile, în special bromura, care datorită sensibilităţii la lumină, serveşte în tehnica fotografică. Este de remarcat folosirea argintului în cataliza eterogenă în reacţii de oxidare şi în industria electronică.

Argon, Ar (grec. *argon* = inactiv). Face parte din grupa gazelor rare. A fost descoperit în 1894 în aer, alături de celelalte gaze rare. Se prepară din aerul lichid, prin distilare fracţionată. Este cel mai abundent dintre gazele rare, fiind conţinut în atmosferă în proporţie de 0,94% vol. Solubilitatea în apă se apropie de a oxigenului. Se recunoaşte prin spectrul său caracteristic. Se foloseşte în lămpi electrice şi în tuburi fluorescente, la presiunea de circa 3 mm Hg.

Arsen, As (lat. *arsenicum*; grec. *arsenikon* = mineralul auripigment). Obținut probabil prima oară în 1250. În natură se găsește în stare nativă și mai ales sub formă de sulfuri: *realgar*, As_4S_4 și *auripigment*, As_2S_3. Alte minerale sînt arseniuri (de exemplu *smaltina*, $CoAs_2$, *nichelina*, Ni_2As_3) și sulfoarseniuri (*cobaltina*, CoAsS, *mispichelul* sau *arseno-pirita*, FeAsS). Arsenul se obține din trioxid, prin reducerea cu cărbune. Se disting, ca și în cazul fosforului, două forme alotropice; arsenul metalic, stabil la orice temperatură și arsenul galben, instabil. Acesta din urmă se obține din vapori de arsen, prin răcire cu aer lichid; se compune, ca și vaporii, din molecule As_4. Se prezintă sub formă de cristale galbene, moi ca ceara, cu miros de usturoi; se transformă extrem de ușor, mai ales sub acțiunea luminii, în arsen metalic obișnuit. Acesta este cunoscut într-o formă cristalină, albă-cenușie, foarte casantă și o formă amorfă, sau mai exact fin divizată, brună sau neagră, după condițiile de formare. Aceste forme metalice sînt compuse din aceeași rețea, hexagonală, stratificată, de un tip special. Conduce căldura și electricitatea mult mai rău decît metalele adevărate (semimetal). Sublimează înainte de a se topi (cînd este încălzit într-o atmosferă inertă). Încălzit în aer arde, dînd trioxid de arsen, As_2O_3, sau șoricioaică. Toți compușii arsenului sînt extrem de toxici. Arseniații de calciu și de plumb se folosesc ca insecticide. Unele gaze de luptă conțineau As.

Astatin, At (grec. *astatos* = nestabil). Elementul cu numărul atomic $Z = 85$, face parte din grupa halogenilor (eka-iod). Descoperirea elementului 85, anunțată în 1931, nu a putut fi confirmată mai tîrziu, de aceea a fost părăsit și numele de *alabamină*, propus la acea dată. În 1940, elementul a fost obținut prin bombardarea bismutului cu particule α (reacție α, $2n$). Pe calea aceasta se formează izotopul ^{211}At, cu un timp de înjumătățire de 7,5 h. Numele de astatin, propus de descoperitori, a fost omologat în timpul din urmă. La alegerea acestui nume s-a folosit sistemul de nomenclatură aplicat și celorlalți halogeni, prin modificarea unui adjectiv grecesc, astfel încît să redea una din proprietățile caracteristice ale elementului. Numele de astatin se referă la faptul că elementul 85 este singurul halogen fără izotopi stabili. În 1942 s-a deovedit că elementul 85 apare și în natură, în cele trei serii radioactive, seriile radiului, toriului și actiniului. Cîte un izotop radioactiv din fiecare serie, suferă, în afară de dezintegrarea normală (v. schema tabelul 6.9.3), într-o mică măsură și o dezintegrare α ducînd la un izotop al elementului 85. Rezultă astfel trei izotopi cu numerele de masă 218, 216 și 215 (toate α active). În sfîrșit un alt izotop al astatinului, anume ^{217}At (α-activ), este un termen al celei de-a patra serii radioactive, seria neptuniului (seria $4n + 1$), descoperită recent (v. schema tabelul 6.9.3) ce nu apare în natură.

Aur, Au (sanscrit *Jval*; lat. *aurum*). Se cunoaște din timpurile cele mai vechi. În natură apare aproape numai ca metal liber, rar în telururi. Liber apare, de obicei, asociat cu cuarțul și pirita. La noi se găsește aur în Munții Apuseni (Brad, Săcărîmb, Baia de Arieș) și în regiunea Baia Mare (Băiuț, Capnic, Baia Sprie). Se obține din minereuri prin procedee de amalgamare și cianurare. Aurul curat este galben ca lămîia, mai puțin dur decît argintul (duritate 2,5), fiind cel mai maleabil și ductil dintre metale. Este bun conducător de căldură și electricitate și foarte rezistent la aer, apă și mulți agenți chimici. Aurul se dizolvă într-un amestec de o parte acid azotic și trei părți acid clorhidric (apă regală). Aurul este mult folosit pentru fabricarea obiectelor de podoabă și în stomatologie. Din cauza durității mici se aliază de obicei cu cupru. Concentrația aurului în aliaje se exprimă în carate, considerîndu-se aurul pur ca avînd 24 carate. Compușii cei mai obișnuiți sînt clorura aurică, $AuCl_3$ și acidul auriclorhidric, $H[AuCl_4]$.

Azot, N (grec. *azooticos* = care nu întreține viața; nitrogen de la *nitrum* = salpetru și *gennao* = a produce). Azotul a fost descoperit în 1772 de Priestley. Azotul molecular, N_2, se găsește în proporție de patru cincimi, în aerul atmosferic. Se obține din aer, prin lichefiere și distilare fracționată, sau prin descompunerea unor combinații, cel mai ușor din nitritul de amoniu NH_4NO_2. Azotul este un element gazos, fără culoare și fără miros, relativ inert din punct de vedere chimic. Molecula de azot, N_2, este cea mai stabilă dintre combinațiile de azot. De aceea nu există minerale ale azotului, cu excepția celor de origine organică, de exemplu salpetrul de Chile, compus în cea mai mare parte din nitrat de sodiu, $NaNO_3$. Azotul se combină în anumite condiții cu hidrogenul, oxigenul și carbonul și cu unele metale, formînd nitruri. Compușii cei mai importanți ai azotului sînt amoniacul (NH_3), oxizii (N_2O, NO, N_2O_3, NO_2,

N_2O_4 şi N_2O_5), acidul azotic, HNO_3, şi sărurile acestuia, azotaţii sau nitraţii. Se cunosc nenumărate combinaţii organice ale azotului. Orice celulă vie conţine azot, sub formă de proteine şi de numeroşi alţi compuşi. Numai unele vieţuitoare microscopice pot asimila direct azot, N_2. Plantele asimilează combinaţii ale azotului din sol şi sintetizează proteine. Acestea trec apoi, ca hrană, în corpul animalelor. Solurile agricole sînt adesea sărăcite în azot. De aceea, li se adaugă îngrăşăminte chimice, sub formă de combinaţii ale amoniacului sau ale acidului azotic. Aceasta a dat naştere unei industrii uriaşe de amoniac sintetic din azot atmosferic (procedeul Haber). Din amoniac se obţine acid azotic prin oxidare cu aer sau cu oxigen. Acidul azotic se foloseşte în cantităţi mari şi în industria explozivilor. Deosebit de importante sînt reacţiile de fixare a azotului atmosferic prin sinteza acidului cianhidric (din metan şi azot), prin sinteza cianogenului (în plasmă), prin sinteza oxidului azot şi a nitrurilor metalice (în plasmă). Hidrazina şi derivaţii ei sînt combustibili de rachetă.

Bariu, Ba (grec. *barys* = greu). Barita a fost deosebită de piatra de var în 1744. Elementul a fost descoperit în 1808. Principalele minerale sînt *barita*, $BaSO_4$ şi *witerita*, $BaCO_3$. Se prepară prin electroliza clorurii de bariu. Bariul este un element metalic moale, alb-argintiu, ca plumbul. Aparţine grupei metalelor alcalino-pămîntoase şi din punct de vedere chimic se aseamănă cu calciul. Compuşii cei mai importanţi sînt: peroxidul, BaO_2, clorura, $BaCl_2$, sulfatul, $BaSO_4$, carbonatul, $BaCO_3$, nitratul $Ba(NO_3)_2$ şi cloratul $Ba(ClO_3)_2$. Sulfatul este folosit în pictură, nitratul şi cloratul dau coloraţii verzi în pirotehnie. Sulfura pură devine fosforescentă după expunere la lumină.

Beriliu (Gluciniu), Be (lat., fr. *beryl*; grec. *glykys* = dulce). A fost descoperit sub formă de oxid, în beril şi în smaragd, în 1798. Metalul a fost izolat în 1828. Silicaţii de beriliu şi aluminiu sînt astăzi cele mai importante surse pentru obţinerea metalului. Se prepară prin electroliza fluorurii duble, K_2BeF_4. Este un metal dur (duritate 9,5). În privinţa proprietăţilor chimice se aseamănă cu magneziul. Compuşii solubili sînt dulci. Aliajele beriliului, dure, strălucitoare şi rezistente la coroziune se întrebuinţează pe scară din ce în ce mai mare. Se utilizează în tehnica reactoarelor nucleare.

Berkeliu, Bk. Elementul cu $Z = 97$ a fost obţinut în 1949 prin bombardarea ^{241}Am cu particule α de mare energie în ciclotronul din Berkeley. Primul izotop identificat a fost ^{243}Bk, cu timpul de înjumătăţire de 4,6 h preparat prin reacţia:

$$^{241}_{95}Am + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{243}_{97}Bk + 2^{1}_{0}n$$

Izotopul ^{214}Bk a fost produs cu raze α de energie mică. ^{215}Bk are o viaţă lungă şi a fost preparat cu particule α prin captură de către ^{241}Am.

În soluţie există în stare tri- şi tetravalentă; este caracteristică insolubilitatea fluorurii şi oxalatului în soluţii acide. Se separă prin cromatografie pe schimbători de ioni.

Bismut, Bi (germ. *Wismut*, poate de la weisse Masse). A fost descoperit în 1753. Bismutul este puţin răspîndit. Mineralul principal este sulfura, *bismutina*, Bi_2S_3. La noi se găsesc cantităţi mici de bismut, la Băiţa Bihorului. Se obţine din oxid prin reducere cu cărbune. Bismutul este un metal alb, lucios, cu nuanţă roşiatică, cu duritatea 2,5; este casant, slab conducător de electricitate şi foarte diamagnetic. La solidificare îşi măreşte volumul. Încălzit în aer arde cu flacără albastră şi cu formare de vapori galbeni de trioxid. Nu se dizolvă în acizii clorhidric, bromhidric şi sulfuric diluaţi; este atacat, însă de acidul sulfuric concentrat. Aliajele bismutului au puncte de topire joase. Metalul lui Wood, un aliaj de Bi cu Pb, Sn şi Cd se topeşte la 70°C. Compuşii cei mai importanţi sînt trioxidul şi nitratul bazic $(BiO)NO_3$ folosit în medicină. Sărurile solubile de bismut trec prin hidroliză în săruri bazice insolubile. Bismutul natural este un element pur, fiind alcătuit dintr-un singur izotop, cu numărul de masă $A = 209$. Se cunosc izotopi radioactivi ai bismutului apărînd ca termeni în diferitele serii radioactive (v. tabelul 6.9.3.). Izotopul natural stabil ^{209}Bi este termenul final al seriei radioactive $4n + 1$ ai cărei termeni iniţiali nu se mai găsesc în natură, din cauza vieţii lor prea scurte, dar care au fost obţinuţi recent prin sinteze nucleare. După cum se vede, termenul final al seriei $4n + 1$ nu este izotop al plumbului, ca în celelalte trei serii, ci bismutul.

Bor, B (arab *buraq*; pers. *burah*). Borul a fost descoperit în 1808. Borul nu apare liber în natură, ci combinat cu oxigenul. Acidul boric H_3BO_3, se găsește în unele izvoare termale și în emanațiile vulcanilor. Principalele minerale cu bor sînt boraxul, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ și colemanita, $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$. Bor impur se obține prin încălzirea trioxidului cu pulbere de magneziu. Bor curat se formează prin depunere pe un filament de tantal sau wolfram, încălzit într-o atmosferă de bor și hidrogen. Cristalele de bor, cenușii-negre, cu luciu metalic și duritate 9, sînt greu fuzibile și puțin reactive. Caracterul chimic este nemetalic (v. tabelul 6.4). Compușii cei mai importanți sînt acidul boric și boraxul.

În ultimii ani, chimia boranilor și a combinațiilor bororganice a luat o dezvoltare importantă (pentru combustibili de rachete).

Brom, Br (grec. *bromos* = miros). A fost descoperit în anul 1826 de Balard. Bromul se găsește în natură sub formă de bromuri de metale alcaline și alcalino-pămîntoase, care însoțesc clorurile în apa de mare și în unele saline. Se obține din aceste bromuri prin dezlocuire cu clor. La temperatura camerei se prezintă ca un lichid brun roșiatic, care emană vapori grei bruni, compuși din molecule Br_2. Aceștia au o acțiune iritantă asupra ochilor și căilor respiratorii. Bromul lichid produce arsuri pe piele. E mai puțin reactiv decît clorul, mai reactiv însă decît iodul. Bromul se folosește la prepararea de medicamente, iar bromura de argint, în fotografie. Mulți derivați organici ai bromului sînt importanți.

Cadmiu, Cd (grec. *kadmia* = pămînt). A fost descoperit în anul 1817 în carbonatul de zinc. Se găsește în natură sub formă de sulfură, alături de sulfura de zinc. La prepararea zincului, cadmiul distilă întîi și se condensează sub formă de oxid brun, care este redus apoi cu cărbune. Cadmiul este un metal moale (duritate 2,0), alb-albăstrui, care intră în compoziția aliajelor ușor fuzibile. Aliajele cu cadmiu au coeficientul de frecare mic și rezistență mare la uzură. Dintre săruri, importante sînt sulfatul și sulfura, ultima fiind folosită ca pigment galben în pictură (galben de cadmiu).

Calciu, Ca (lat. *calx* = var). A fost descoperit în anul 1808. Calciu este un element foarte răspîndit, alcătuind 3,4% din învelișul exterior al pămîntului. În natură apare sub formă de silicați, carbonat (piatră de var, marmură, cretă, calcit, argonit), sulfat (ghips, anhidrit), apatit, fosforite, fluorit. Se prepară prin electroliza clorurii topite. Calciul face parte din grupa metalelor alcalino-pămîntoase. Este un metal alb-argintiu, cu duritatea 2,3. În contact cu aerul se acoperă cu un strat de oxid. Reacționează cu apa formînd hidroxidul de calciu și hidrogen. Arde cu flacără galbenă, trecînd în oxid. Oxidul de calciu CaO, varul nestins, obținut prin „arderea" pietrei de var, $CaCO_3$, la circa 800°C trece, prin combinare cu apa, în hidroxid de calciu $Ca(OH)_2$ (sau var stins). Acesta, amestecat cu nisip este folosit încă din antichitate, pe scară foarte mare, la obținerea mortarelor de tencuieli. Alți compuși importanți sînt: carbura de calciu CaC_2, cianamida, $CaCN_2$, clorura, $CaCl_2$, hipocloritul sau clorura de var, cu formula aproximativă $CaOCl_2$ și sulfatul sau ghipsul, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Acesta, prin încălzire la 130°C trece în ipsos, $CaSO_4 \cdot 1/2\, H_2O$, care se întărește cu apa, dînd din nou ghipsul.

Californiul, Cf. Elementul cu $Z = 98$, a fost preparat în 1950 prin bombardarea unei cantități de ^{242}Cm de ordinul microgramelor cu raze de energie mare (35 MeV), obținute în ciclotronul din Berkeley. Primul izotop identificat a fost ^{244} Cf cu un timp de înjumătățire de 45 min. Izotopii acestui element au fost obținuți și prin bombardarea ^{238}U cu nuclee de carbon de mare energie:

$$^{238}_{92}U(^{12}_{6}C,\ 4^{1}_{0}n)\ ^{246}_{98}Cf \quad \text{și} \quad ^{238}_{92}U(^{12}_{6}C,\ 6^{1}_{0}n)\ ^{244}_{98}Cf$$

Razele α cu o energie mai mică conduc prin captură la izotopul ^{246}Cf cu un timp de înjumătățire de 35,7 h. În soluție este stabil în stare trivalentă. Prezintă proprietăți analoge cu ale disprosiului ($Z = 66$).

Carbon, C (lat. *carbo* = cărbune). Carbonul este cunoscut încă din preistorie. Deși relativ puțin răspîndit pe glob (0,09% din straturile exterioare ale pămîntului), acest element a contribuit mai mult decît oricare altul, la determinarea aspectului actual al planetei noastre prin rolul esențial pe care îl joacă în compunerea biosferei. În natură, carbonul se găsește în stare elementară, cristalizat sub formă de diamant și grafit. Diamantul incolor și transparent, rău conducător de căldură și electricitate, extrem de dur (duritatea maximă 10, în scara lui Mohs), cristalizat în sistemul cubic, este alcătuit din atomi de carbon, legați între ei prin covalențe, într-o rețea atomică. Fiecare atom este înconjurat de alți patru după o schemă tetraedrică, la distanța de 1,54 Å. Grafitul negru și opac, bun conducător de căldură și electricitate, moale (duritatea 1), formează cristale hexagonale, în care atomii sînt așezați în straturi plane. În fiecare strat atomii ocupă vîrfurile unor hexagoane regulate, cu latura de 1,42 Å; distanța dintre planele paralele de atomi este de 3,35 Å. Numeroasele specii de cărbune negru artificial, cum sînt cărbunele de lemn, cocsul, negrul de fum, cărbunele de retortă, cărbunele de electrozi, au aceeași rețea cristalină ca și grafitul. Cărbunii fosili (huila, antracitul, lignitul) nu sînt carbon curat, ci mai curînd substanțe organice, cu molecule gigant, conținînd și alte elemente (H, O, N, S). În natură se găsesc și combinații ale carbonului, de exemplu, bioxidul de carbon, CO_2 (0,03% vol. în atmosferă), carbonatul de calciu, $CaCO_3$, carbonatul de magneziu, $MgCO_3$, *dolomitul*, compus din ambii acești carbonați, în părți egale, sideritul, $FeCO_3$ etc., precum și numeroase combinații organice, atît fosile (bitumuri, petrol), cît și actuale, în vegetale și animale. Carbonul se deosebește de toate celelalte elemente prin extraordinara sa însușire de a se combina, în mod practic nelimitat cu el însuși, și cu puține alte elemente, mai ales cu hidrogenul și azotul, apoi cu halogenii și sulful. Iau naștere, în modul acesta, peste 10^6 combinații, în timp ce numărul combinațiilor tuturor celorlalte elemente nu depășește 50 000. Importanța industrială a carbonului este incalculabilă. Compușii carbonului servesc nu numai drept combustibili (solizi, lichizi și gazoși), ci și drept materii prime în cele mai variate industrii. Importanța biologică a elementului carbon nu mai trebuie accentuată. De o importanță tehnologică deosebită sînt macromoleculele sintetice cu proprietăți fizico-mecanice diverse, în funcție de structura chimică.

Casiopeiu, v. Lutețiu.

Ceriu, Ce (numit după planetoidul *Ceres*, descoperit cu scurt timp înaintea elementului). Ceriul a fost identificat, sub formă de combinații, în 1803. Metalul liber a fost obținut abia în 1875. Ceriul este un element din familia lantanidelor. Aceasta cuprinde cele 14 elemente, cu numerele atomice 58—71, urmînd după lantan în sistemul periodic (v. tabelul 6.4.1). Aceste elemente prezintă o asemănare foarte mare în ce privește însușirile lor chimice, asemănare care se extinde și asupra celor trei elemente din subgrupa III a sistemului periodic, scandiul, itriul și lantanul. Toate aceste 17 elemente sînt, de aceea, cuprinse adesea sub denumirea, mai veche, de *elemente ale pămînturilor rare*. Mineralele care conțin pămînturi rare se găsesc numai în puține locuri pe pămînt, dar, de obicei, în cantități mari (Scandinavia, U.R.S.S., S.U.A., India, Brazilia, Australia). Din *nisipul de monazit*, exploatat pe scară mare, se extrage toriu; pămînturile rare, conținute în proporție de circa 60%, nu au astăzi decît puține utilizări. Se găsesc și unele minerale specifice ale pămînturilor rare, mai ales silicați, de exemplu, *gadolinitul*, de lîngă orașul Ytterby din Suedia și *cerita*, din diferite regiuni. Din gadolinit s-a izolat (de către Gadolin, 1788) un amestec de oxid bogat în elementele mai grele ale grupei *pămîntul de iterbiu*; un amestec similar, conținînd elementele mai ușoare, *pămîntul de cerită*, a fost izolat din *cerită* (Berzelius, 1803). Izolarea în stare pură, a oxizilor și a altor combinații ale elementelor pămînturilor rare, este una dintre cele mai laborioase operații realizate vreodată în chimie. Cîteodată au fost necesare mii de cristalizări fracționate. S-au folosit pentru aprecierea purității și metode fizice, în deosebi spectrele optice și spectrul de raze X. Cele mai multe dintre elementele acestei clase nu au fost preparate în stare pură. Se obține însă relativ ușor, prin electroliza clorurilor sau oxizilor topiți (cu fondanți) sau prin reducerea clorurilor cu sodiu sau potasiu metalic, un amestec al metalelor, așa-numitul „metal mixt" (50% Ce, 40% La, 3% celelalte metale din pămînturile rare, 7% Fe).

Marea asemănare chimică a elementelor din pămînturile rare se datorește asemănării în construcția straturilor exterioare de electroni. Lantanidele se formează prin completarea cu electroni a unui nivel interior (*4f*), în timp ce nivelele exterioare (*6s* și *5d*, v. 6.9) sînt ocupate în toate aceste elemente, cu doi, respectiv, un electron. De aceea, toate lantanidele sînt trivalente, întocmai ca și elementele subgrupei III, scandiul, itriul și lantanul, care au, de asemenea, trei electroni (doi electroni *s* şi un electron *d*) în straturile de valenţă. Subnivelul 4*f* avînd şapte cazuri cuantice (v. tabelul 6.5.1) numărul elementelor din clasa lantanidelor este, după teoria lui Bohr, de 14, ceea ce se confirmă prin spectrele de raze X. În natură au fost găsite 13 lantanide, lipsind elementul cu numărul atomic 61 (v. Prometiu).

Oxizii lantanidelor, Me_2O_3, se obţin prin calcinarea oxalaţilor sau a nitraţilor. În apă sînt insolubili, dar reacţionează energic cu aceasta (întocmai ca oxidul de calciu), dînd hidroxizi, $Me(OH)_3$. Aceştia au un caracter bazic relativ puternic, cu atît mai puternic, cu cît elementul este mai uşor. Se cunosc numeroase săruri ale elementelor pămînturilor rare.

În afară de starea trivalentă, comună tuturor elementelor pămînturilor rare, mai este posibilă, la ceriu, şi starea tetravalentă. În ionii ceriului (IV), în afară de electronii 6*s* şi 5*d* se elimină şi electronul 4*f*. Combinaţiile ceriului tetravalent au proprietăţi chimice mult deosebite de ale ceriului (III) şi de ale celorlalte elemente ale pămînturilor rare, trivalente. Aceasta permite o separare relativ uşoară, a ceriului, de celelalte elemente. Oxidul de ceriu, Ce_2O_3, este un constituent important al sitelor Auer, pentru becurile de gaz de iluminat. Sulfatul de ceriu (IV), $Ce(SO_4)_2$, este folosit ca agent oxidant în analiza volumetrică. Aliajul ceriului cu fierul este piroforic la lovire („pietre de brichetă").

Cesiu, Cs (lat. *caesius* = cer albastru). Cesiul este primul metal descoperit cu ajutorul spectroscopului. Cesiul însoţeşte în proporţie mică sodiul şi potasiul în unii silicaţi, apoi apare în lepidolit, polucit (silicat hidratat de aluminiu şi cesiu) şi în apa anumitor izvoare. Se izolează în stare metalică prin electroliza cianurii topite. Cesiul face parte din grupa metalelor alcaline şi se recunoaşte prin spectrul său caracteristic. Datorită afinităţii mari pentru oxigen, este folosit pentru extracţia ultimelor urme de oxigen din tuburile de radio; serveşte în construcţia celulelor fotoelectrice. Compuşii cei mai importanţi sînt clorura şi nitratul.

Cicloniu, v. Prometiu.

Clor, Cl (grec. *chloros* = verde). A fost descoperit în 1774 fiind considerat o combinaţie a oxigenului, iar numele a fost dat în 1810 cînd s-a dovedit caracterul său de element. În natură apare combinat cu Na, Mg, K, în clorura de sodiu (NaCl), în carnalit ($KMgCl_3 \cdot 6H_2O$) şi în silvină (KCl). Se prepară din cloruri prin acţiunea agenţilor oxidanţi sau prin electroliză. Face parte din grupa halogenilor şi, după fluor, este cel mai reactiv dintre elemente. Este un gaz galben-verzui, cu acţiune iritantă şi sufocantă asupra căilor respiratorii, folosit în primul război mondial ca gaz de luptă. La 10°C, un volum de apă dizolvă 3,10 volume de clor, iar la 30°C, numai 1,77 volume. Clorul este o otravă pentru microorganisme; de aceea este folosit ca dezinfectant pentru apa de băut. Ca anticlor se foloseşte tiosulfatul de sodiu, care neutralizează cantităţi mari de clor. Este cel mai activ agent decolorant (textile, celuloză, hîrtie). Se foloseşte în chimia organică ca agent oxidant şi substituent important în multe combinaţii. Industria clorului electrolitic, cuplată cu aceea a sodei caustice, este una dintre cele mai importante industrii chimice. Clorul se conservă şi se transportă lichefiat în cilindri de oţel sau în vagoane-cisternă.

Cobalt, Co (germ. *Kobold* = spirt rău). Sticlele de cobalt erau cunoscute vechilor egipteni. Metalul liber a fost izolat în 1735. Mineralele principale de cobalt sînt *smaltina*, $CoAs_2$ şi *cobaltina*, CoAsS. Cobaltul însoţeşte întotdeauna nichelul în mineralele sale. Cobaltul metalic se prepară prin reducerea oxidului cu pulbere de aluminiu (aluminotermie). Este un metal cenuşiu, cu nuanţă roşiatică, lucios. Proprietăţile sale chimice şi fizice se apropie de ale fierului. Este feromagnetic. Sînt importante feroaliajele cu cobalt, datorită durităţii şi rezistenţei lor. Sărurile de cobalt sînt folosite la colorarea în albastru a porţelanurilor, sticlei, ceramicei, smalţurilor, în concentraţie mai mică decît 0,1% metal. Soluţia de clorură de cobalt, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ este folosită la prepararea cernelei simpatice; ea este roză, aproape incoloră, cînd se aplică pe hîrtie, iar la încălzire devine albastră prin pierderea apei de cristalizare. Printre compuşii cei mai importanţi sînt oxidul şi nitratul. Oleatul şi naftenatul de cobalt sînt catalizatori de oxidare (soligen), mult utilizaţi la fabricarea uleiurilor sicative.

Columbiu, v. Niobiu.

Cositor, v. Staniu.

Crom, Cr (grec. *chroma* = culoare). A fost descoperit în anul 1797 de Vanquelin. Minereul de crom cel mai important este *cromitul*, $FeCr_2O_4$, care se găseşte şi în ţara noastră în cantităţi mici în Banat și *crocoita*, cromatul de plumb, $PbCrO_4$. Cromul metalic curat se prepară din oxid cromic, Cr_2O_3, prin procedeul aluminotermic. Cromul este un metal alb, dur, neobișnuit de rezistent față de aer, umezeală și agenți chimici. De asemenea se folosește pentru protecția unor metale, prin cromare superficială pe cale electrolitică. Acidul azotic și apa regală nu îl atacă la rece și îl dizolvă numai încet, la cald (pasivitate). Aliajul cromului (cca 60%) cu fierul, *ferocromul*, obținut prin reducerea cromitului cu cărbune, este folosit la fabricarea unor oțeluri speciale. Toți compușii cromului sînt colorați. Cei mai importanți sînt cromații și bicromații de sodiu și potasiu (Me_2CrO_4 și $Me_2Cr_2O_7$) și alaunul cromic $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Bicromații sînt folosiți ca agenți de oxidare în analiza cantitativă și în industria organică, iar bicromatul de sodiu și alaunul cromic se mai folosesc și în tăbăcărie. Cromatul de plumb este un pigment mult întrebuințat sub numele de *galben de crom*.

Cupru (aramă), Cu (lat. *cuprum*, de la *aes cyprium*, insula Cipru; rom. *aramă*; anglo-saxon *copper*). Se cunoaște din timpuri preistorice și este primul metal obținut de om. Cuprul se găsește rar ca metal liber în natură. Mineralele principale sînt sulfuri, sulfoarseniuri, sulfostibiuri, oxizi și carbonați bazici; cuprul apare și în unii silicați. La noi se găsesc pirite cuprifere la Altîn-Tepe (Tulcea), Ocna de fier (Caraș), Baia Sprie (Baia Mare) și Sasca (Banat). Cuprul se obține din minereurile sulfuroase prin prăjiri și topiri succesive și apoi prin reducere. Din cuprul brut se obține, prin topire în cuptoare cu flacără, *cuprul rafinat*, de 99,5—99,8%, sau prin electroliză, *cuprul electrolitic* de peste 99,9%. Cuprul este un metal roșu, maleabil, ductil, foarte bun conducător de căldură și electricitate. Conductibilitatea electrică scade mult cînd cuprul e aliat cu alte metale, chiar în cantități mici (de exemplu As, Sb, Pb). De aceea, cuprul pur se utilizează, pe scară mare, în electrotehnică. Cuprul formează o serie de aliaje importante cu zinc, staniu, nichel și aluminiu. Între compușii cei mai importanți sînt oxidul de cupru (II), CuO și sulfatul de cupru (II), $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

Curiu, Cm. Elementul cu $Z = 96$ a fost descoperit în produsele de bombardare a ^{239}Pu cu particule α din ciclotronul de la Berkeley (1944). Denumirea a fost dată în memoria lui Marie și Pierre Curie, prin analogie cu denumirea elementului corespunzător din seria lantanidelor (gadoliniu). Reacția nucleară de preparare este:

$$^{239}_{94}\mathrm{Pu}(^{4}_{2}\mathrm{He},\ ^{1}_{0}n)\ ^{242}_{96}\mathrm{Cm} \quad \text{sau} \quad ^{241}_{95}\mathrm{Am}(^{1}_{0}\mathrm{n},\ \gamma)\ ^{242}_{95}\mathrm{Am} \rightarrow\ ^{242}_{96}\mathrm{Cm} + e$$

Izotopul 242 este α-activ cu $T_{\frac{1}{2}} = 162$ zile; emisiunea este foarte periculoasă (10^{10} dezintegrări/min· mg). ^{224}Cm obținut prin reacțiile $^{243}_{95}\mathrm{Am}(^{1}_{0}n,\ \gamma)\ ^{244}_{95}\mathrm{Am} \rightarrow\ ^{244}_{96}\mathrm{Cm} + e$ are $T_{\frac{1}{2}} = 194$ ani și a putut servi la studiul proprietăților chimice. Izotopii mai grei, cu A par, sînt și mai stabili. Cm (III) este o stare de valență foarte stabilă și nu se cunosc alte forme de valență în soluții apoase; această inerție la oxidare și reducere permite separarea Cm de alte elemente transuranice. Fluorura și oxalatul sînt insolubile în soluție acidă, iar nitratul, sulfatul, sulfura și halogenurile sînt solubile. Soluțiile sînt incolore.

Deuteriu, v. Hidrogen

Disprosiu, Dy (grec. *dysprositos* = greu de obținut). A fost descoperit în anul 1886. Disprosiul este unul dintre elementele pămînturilor rare (v. Ceriu). Elementul liber nu a fost izolat. Sărurile disprosiului sînt intens colorate în galben. Este trivalent în toate combinațiile sale.

Einsteiniu, Es. Elementul cu $Z = 99$ a căpătat denumirea în onoarea lui A. Einstein. A fost obținut prin bombardarea ^{238}U cu nuclee de azot accelerate în ciclotronul de la Berkeley:

$$^{238}_{92}\mathrm{U}(^{14}_{7}\mathrm{N},\ 5^{1}_{0}n)\ ^{247}_{99}\mathrm{Es}$$

Izotopul ^{247}Es este α-activ cu $T_{\frac{1}{2}} = 7{,}3$ min. Prin separarea cromatografică pe rășini schimbătoare de ioni, folosind tehnica pe fluorură de lantan, a fost posibilă studierea proprietăților, în cazul izomerului nuclear ^{254}Es cu $T_{\frac{1}{2}} = 320$ zile. Este analog cu holmiul.

Emanaţie, v. Radon.

Erbiu, Er. (de la *Ytterby*, oraş în Suedia). A fost descoperit în anul 1843. Face parte din grupa elementelor pămînturilor rare (v. Ceriu). Alături de alte pămînturi rare se găseşte sub formă de oxid, Er_2O_3, în mineralul gadolinit izolat lîngă Ytterby. Sărurile lui sînt intens colorate în roşu. Apare numai în stare trivalentă.

Europiu, Eu (etim. *Europa*). Europiul a fost izolat în anul 1896, printr-o fracţionare mai înaintată a samariului. Este unul dintre elementele pămînturilor rare (v. Ceriu). În afară de sărurile de europiu normale, derivînd de la europiu (III), se obţin şi săruri ale europiului (II), prin reducere puternică, de exemplu prin electroliză. Datorită acestei metode, europiul se separă relativ uşor de alte elemente din grupa pămînturilor rare, care nu sînt reductibile.

Fermiu, Fm. Elementul cu $Z = 100$, în onoarea lui E. Fermi a fost obţinut în reactorul nuclear (la Universitatea din California şi la laboratoarele Argonne), celelalte elemente transuranice fiind obţinute prin bombardare cu particule accelerate în ciclotron. Reacţiile sînt complicate:

$$\begin{array}{ll}
{}^{239}_{94}\mathrm{Pu}(2\,{}^{1}_{0}n)\ {}^{241}_{94}\mathrm{Pu} & {}^{241}_{94}\mathrm{Pu} \rightarrow {}^{241}_{95}\mathrm{Am} + e \\
{}^{241}_{95}\mathrm{Am}({}^{1}_{0}n)\ {}^{242}_{94}\mathrm{Am} & {}^{242}_{95}\mathrm{Am} \rightarrow {}^{242}_{96}\mathrm{Cm} + e \\
{}^{242}_{96}\mathrm{Cm}(7\,{}^{1}_{0}n)\ {}^{249}_{96}\mathrm{Cm} & {}^{249}_{96}\mathrm{Cm} \rightarrow {}^{249}_{97}\mathrm{Bk} + e \\
{}^{249}_{97}\mathrm{Bk}({}^{1}_{0}n)\ {}^{250}_{97}\mathrm{Bk} & {}^{250}_{97}\mathrm{Bk} \rightarrow {}^{250}_{98}\mathrm{Cf} + e \\
{}^{250}_{98}\mathrm{Cf}(3\,{}^{1}_{0}n)\ {}^{253}_{98}\mathrm{Cf} & {}^{253}_{98}\mathrm{Cf} \rightarrow {}^{253}_{99}\mathrm{Es} + e \\
{}^{253}_{99}\mathrm{Es}({}^{1}_{0}n)\ {}^{254}_{99}\mathrm{Es} & {}^{254}_{99}\mathrm{Es} \rightarrow {}^{254}_{100}\mathrm{Fm} + e
\end{array}$$

Izotopul ^{252}Fm a fost obţinut prin bombardarea ^{238}U cu nuclee de oxigen accelerate în ciclotron la 180 MeV:

$${}^{238}_{92}\mathrm{U}({}^{16}_{8}\mathrm{O},\ 2\,{}^{1}_{0}n)\ {}^{252}_{100}\mathrm{Fm}$$

Izotopul are $T_{\frac{1}{2}} = 30$ min, ^{255}Fm are viaţa relativ mai lungă ($T_{\frac{1}{2}} \approx 16$ h). Proprietăţile sînt analoge cu cele ale erbiului.

Fier, Fe (lat. *ferrum*: anglo-sax. *iron*: germ. *Eisen*). A fost descoperit într-o epocă preistorică nedeterminată, de un popor locuind în Caucaz sau în Turchestan şi introdus în Babilonia şi Egipt pe la 1500 î.e.n. Fierul este metalul greu cel mai răspîndit de pe glob. Unii meteoriţi căzuţi din spaţiul interplanetar pe pămînt sînt compuşi dintr-un aliaj de fier cu nichel (5—20%). Cele mai importante minereuri de fier sînt oxizii: *magnetitul*, Fe_3O_4, *hematitul*, Fe_2O_3 şi *limonitul*, FeO(OH), cum şi carbonatul, *sideritul*, $FeCO_3$. Alt mineral mult răspîndit este *pirita*, FeS_2. Cantităţi mari de fier apar sub formă de silicaţi.

Prin reducerea minereurilor oxidice, cu cărbune, în cuptorul înalt, se obţine *fonta* (1,7—5% carbon). Îndepărtarea parţială a cărbunelui din fontă, prin diferite procedee, duce la oţel (0...1,7% carbon). Oţelurile sînt soluţii solide ale carburii de fier sau *cementita*, Fe_3C, în fier. Unele fonte conţin o parte din carbon sub formă de grafit. Oţelurile cu mai puţin de 0,5% carbon se numesc şi *fier forjabil*. Fierul pur, obţinut în laborator prin diferite procedee, de exemplu prin electroliză, nu are aplicaţii industriale. Fierul pur este un metal alb lucios, cu duritate relativ mică, foarte ductil şi magnetic. La aer umed rugineşte, trecînd în oxihidroxid, FeO(OH), cu structura cristalină a mineralului *lepidocrocita*. Încălzit la incandescenţă, în aer sau oxigen, fierul trece în magnetit. În formă fin divizată, fierul este piroforic. În acizi diluaţi, fierul se dizolvă uşor; în acizi concentraţi (H_2SO_4, HNO_3) nu se dizolvă însă (pasivitate). Pentru diferite scopuri se fabrică oţeluri speciale sau aliate, conţinînd în afară de fier şi carbon, elementele: Si, Mn, V, Cr, Mo, W, Ni sau Co. Pentru construcţii de aparate chimice sînt deosebit de importante aşa-numitele oţeluri inoxidabile printre care cele cu un conținut de 18% Cr și 8% Ni. Se cunosc numeroase săruri ale fierului (II) și (III) printre care cele mai importante sînt sulfatul de fier (II), $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ și clorura de fier (III), $FeCl_3$, ahidră, sublimată, sau cristalizată, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$. Fierul este un element biologic important. El este o componentă a materiei colorante a sîngelui și a multor enzime (citocromii, fermentul respirator).

Florențiu, v. Promețiu.

Fluor, F. (de la lat. *fluo* = a curge, din cauza întrebuințării fluoritei ca fondant pentru zgură). A fost descoperit în 1771, dar izolat abia în 1886, prin electroliza unei soluții de hidrogenfluorură de potasiu în acid fluorhidric anhidru. Combinațiia cea mai răspîndită este *fluorita*, CaF_2. Alte minerale importante mai sînt *criolitul*, Na_3AlF_6, și *apatitul* $Ca_5[(PO_4)_3F]$. Fluorul, un element din familia halogenilor, este un gaz galben-palid, compus din molecule F_2. Reactivitatea sa chimică este extraordinar de mare. Se combină cu carbonul, cu siliciul și cu mai toate celelalte elemente, dînd fluoruri (rezistente față de fluor uscat sînt numai unele metale, ca platina, cuprul și nichelul, la rece). Hidrogenul se combină cu fluorul, la întuneric, chiar în stare lichidă, la − 252°C. Fluorul descompune aproape toate combinațiile chimice, dînd fluoruri. De exemplu, reacționează energic cu apa, dînd oxigen și acid fluorhidric. Printre combinațiile fluorului se menționează, în primul rînd acidul fluorhidric, HF. Acesta se folosește, în stare uscată, drept catalizator în reacții organice și în soluție apoasă, pentru gravură pe sticlă. Acidul fluorhidric dizolvă bioxidul de siliciu și silicații, dînd tetrafluorură de siliciu, SiF_4, gazoasă, ușor solubilă în apă dînd acid fluorosilicic. Difluordiclormetanul CF_2Cl_2 servește, sub numele de freon, în mașinile frigorifice. Polimerii fluorurați sînt rezistenți la temperaturi înalte.

Fosfor, P (grec. *phosphoros* = purtător de lumină). A fost preparat întîia oară în 1669, prin calcinarea, în absența aerului, a amestecului solid rămas de la evaporarea urinii (amestec de fosfat de calciu și substanțe organice, care dau carbon prin descompunere). În natură apare numai ca ioni ai acidului fosforic $[PO_4]^{3-}$. Mineralul cel mai important este apatitul $Ca_5\,[(PO_4)_3F]$, în care fluorul poate fi înlocuit izomorf prin clor. Fosforul se fabrică industrial, prin calcinarea în cuptorul electric, a unui amestec de fosfat de calciu, cărbune și nisip; vaporii de fosfor formați, compuși din molecule P_4, se captează în apă rece, unde se condensează sub formă de fosfor alb, de asemenea compus din molecule P_4. Acesta se prezintă ca o masă albă sau galbenă, ca ceara, cu miros de usturoi; este solubil în sulfură de carbon și în alți dizolvanți organici și este foarte toxic. Prin încălzire la circa 260°C, în absența aerului, fosforul alb se transformă în fosfor roșu, inodor, insolubil și netoxic. În acesta, un număr mare și nedefinit de atomi sînt uniți sub formă de macromolecule. Forme alotropice încă și mai condensate sînt fosforul violet și fosforul negru. Densitățile crescînde ale diferitelor forme indică gradul din ce în ce mai avansat de condensare (d = 1,82 la fosforul alb, 1,88 la fosforul roșu deschis, 2,20 la fosforul roșu, 2,32 la fosforul violet și 2,70 la fosforul negru). Fosforul alb suferă la rece o oxidare lentă, însoțită de o chemiluminiscență verzuie puternică. În contact cu aerul se aprinde ușor, arzînd cu flacără puternică și dînd pentoxidul de fosfor, P_2O_5 (mai exact P_4O_{10}). Acesta este anhidrida acidului fosforic H_3PO_4. Sărurile acestui acid au diferite utilizări în laboratorul de chimie analitică și în industrie. Fosforul este un element indispensabil vieții și apare, în consecință, în orice celulă vie, în formă de combinații ale acidului fosforic cu cele mai variate molecule organice. Combinațiile organofosforice se utilizează ca antidăunători.

Franciu, Fr (fr. *France*, Franța). Descoperirea elementului cu numărul atomic $Z = 87$, un metal alcalin, în mineralele *polucit* și *lepidolit*, în 1929, printr-o metodă magneto-optică, nu a putut fi confirmată mai tîrziu. De aceea, numele de *virginiu*, propus inițial a fost abandonat. Mai tîrziu s-a observat, de către Horia Hulubei, în spectrul de raze X al unor concentrate obținute din diferite minerale, apariția unor linii atribuite elementului 87, numit, de către descoperitor *moldaviu*. Nici acest nume nu a fost omologat. În 1939 s-a stabilit că elementul radioactiv natural actiniul, suferă, în afară de dezintegrarea β a majorității atomilor, într-o proporție redusă și o dezintegrare α, prin care ia naștere elementul cu $Z = 87$ și numărul de masă $A = 223$. În calitatea sa de termen al seriei radioactive naturale a actiniului, acest element a fost numit actiniu K (emițător β; $T_{\frac{1}{2}} = 21$ min). Cum căsuța cu numărul

87, din sistemul periodic, era încă neocupată, s-a acceptat mai tîrziu, conform uzanței, numele de franciu, propus de descoperitor. Izotopul franciului cu numărul de masă 221 (emițător α, $T_{\frac{1}{2}} = 4{,}8$ min) este unul dintre termenii celei de-a patra serii radioactive, seria neptuniului (seria $4n + 1$), artificială (v. tabelul 6.9.3.3).

Gadoliniu, Gd (J. *Gadolin*, profesor de chimie la Abo, Finlanda, la sfîrșitul sec. XVIII). Este un element din clasa pămînturilor rare (v. Ceriu). Combinațiile gadoliniului au fost obținute în 1880 și 1886 de diferiți cercetători; elementul nu a fost izolat niciodată. Oxidul corespunde formulei Gd_2O_3. Sărurile sînt incolore.

Galiu, Ga (lat, *Gallia*). A fost descoperit pe cale spectrală și apoi izolat în 1875. În natură, galiul însoțește zincul în unele blende, alături de indiu și taliu. Bauxitele conțin întotdeauna cantități mici de galiu. A fost obținut, în stare liberă, prin electroliza unei soluții de hidroxid în KOH. Este un metal relativ rar. Remarcabil este punctul său de topire scăzut (+38°C). Sărurile galiului se aseamănă mult cu ale aluminiului. În afară de aceste combinații care derivă de la galiu (III), se cunosc și săruri ale galiului (II), avînd o tendință pronunțată să se oxideze.

Germaniu, Ge (lat. *Germania*). A fost prevăzut ca eka-siliciu în 1870 și descoperit în 1886. Este un element rar, conținut în mineralele *arghirodit*, $4\ Ag_2S \cdot GeS_2$ și *germanit* (un tiogermanat de cupru și fier). Se prepară din aceste minerale prin tratare cu acid azotic și sulfuric și trecerea lor în bioxid de germaniu. Prin reducerea bioxidului cu cărbune sau hidrogen se obține germaniu. Este un metal alb-cenușiu, strălucitor, cu structură cristalină, duritate 6,3. În privința proprietăților fizice și chimice se plasează între siliciu și staniu. Compușii mai importanți sînt oxidul, GeO_2 și tetraclorura de germaniu, $GeCl_4$, care este volatilă. Combinațiile germaniului (II) se oxidează mai ușor decît ale staniului, pînă la starea tetravalentă. Germaniul foarte pur servește la fabricarea tranzistorilor.

Gluciniu, v. Beriliu

Hafniu, Hf (*Hafniae*, nume vechi al Copenhagăi). Potrivit teoriei lui Bohr, referitoare la construcția învelișului de electroni al atomilor, elementul cu numărul atomic $Z = 72$ nu mai face parte din clasa pămînturilor rare, ci trebuie să fie un omolog al zirconiului. De aceea, acest element a fost căutat și găsit, cu ajutorul spectrului său de raze X, în mineralele de zirconiu, în 1923. Din aceste minerale, hafniul a fost izolat curînd după aceea. Proprietățile chimice ale hafniului și ale combinațiilor sale sînt neobișnuit de asemănătoare cu ale zirconiului.

Heliu, He (grec. *helios* = soare). Spectrul heliului a fost observat prima oară în timpul eclipsei din 1868, în soare. Elementul a fost izolat, în 1895, din mineralul de uraniu, *cleveita*. Se găsește și în celelalte minerale de uraniu, cum și în unele gaze naturale combustibile (metan), care pot conține pînă la 1% heliu. Heliul din aceste minerale provine din elemente radioactive, prin dezintegrarea atomilor lor. Izolarea heliului din amestecul său cu alte gaze se bazează pe proprietatea lui de a nu fi absorbit de cărbunele activ răcit cu aer cald, în timp ce toate celelalte gaze, cu excepția hidrogenului, sînt adsorbite. Heliul poate fi separat apoi ușor de hidrogen, prin combinarea acestuia cu oxigenul. Heliul se lichefiază cel mai greu dintre toate gazele. Heliul solid nu poate exista la presiunea normală, ci numai la circa 25 atm. La această presiune punctul de topire este de 1,13°K. Heliul face parte din grupa gazelor rare (coloana zero a sistemului periodic; v. tabelul 6.4.1). Deși de două ori mai greu decît hidrogenul, a fost folosit la umplerea baloanelor dirijabile, avînd față de hidrogen avantajul de a nu fi inflamabil. Linia galbenă caracteristică din spectrul heliului se utilizează în tuburile de descărcări electrice.

Hidrogen, H. (grec. *hydros* = apa; *gennao* = a zămisli). A fost recunoscut ca substanță distinctă în anul 1766. Hidrogenul este foarte răspîndit în univers. Analiza spectrală arată prezența lui în soare, în stele și în nebuloase. În straturile inferioare ale atmosferei nu se găsește practic de loc hidrogen. În cantități mici a fost găsit în unele gaze emanate din scoarța pămîntului. În natură apar cantități mari de hidrogen: combinat cu oxigenul, sub formă de apă, apoi în acizi și baze și în numeroase substanțe organice. Hidrogenul se prepară prin electroliza acizilor sau a bazelor, în soluție apoasă, prin descompunerea termică a unor combinații cu hidrogen sau prin dezlocuire din acizi, cu unele metale. Hidrogenul este un gaz fără culoare și miros. Este cel mai ușor dintre gaze și, după heliu, se lichefiază cel mai greu. Este insolubil în apă și se combină ușor cu multe elemente. Dintre toate gazele este cel mai bun conducător de căldură și are cea mai mare viteză de difuziune. El se combină direct cu aproape toate elementele. Hidrogenul este folosit pentru umplerea baloanelor, pentru hidrogenarea catalitică a multor substanțe organice, cum sînt grăsimile lichide, pentru obținerea de temperaturi înalte, în sudura cu hidrogen atomic. Cantități uriașe de hidrogen se utilizează industrial pentru producerea amoniacului, după procedeul Haber.

Deuteriul sau hidrogenul greu, D sau $^2_1$H (grec. *to deuteron* = al doilea), este un izotop mai greu al hidrogenului. A fost descoperit în 1932, cînd s-a observat că fiecare din liniile spectrale ale hidrogenului este însoțită, la distanța de circa 1 Å, în spre lungimile de undă mai scurte, de o altă linie foarte slabă, ceea ce s-a interpretat în sensul că în hidrogenul obișnuit este amestecat în proporție mică, un izotop mai greu, cu numărul de masă $A = 2$. Din intensitățile liniilor spectrale rezultă o proporție de hidrogen greu, în hidrogenul obișnuit, de circa 1 : 5000. Apa grea, D_2O, se obține, cel mai comod, prin electroliza apei obișnuite (în prezență de H_2SO_4 sau de NaOH). Din cauza supratensiunii mai mari a ionului D^+ față de H^+, apa grea se concentrează în apa reziduală, nereacționată. Dintr-o tonă de apă se obțin circa 10 cm^3 apă grea de 99,99%.

Din apa grea se prepară ușor D_2 și numeroase alte combinații ale acestuia. (Constantele fizice ale hidrogenului greu și ale apei grele, v. tabelul 6.3).

Tritium, T sau $^3_1$H (*to trition* = al treilea), cel de-al treilea izotop al hidrogenului, se formează în unele reacții nucleare, de exemplu $^2_1$D $(d, p)^3_1$H. Nu a fost obținut decît în diluție mare. Prezintă activitate β, cu o perioadă de circa 12,5 ani. Ca și deuteriul, arată o comportare chimică mult asemănătoare cu a hidrogenului obișnuit.

Holmiu, Ho (lat. ***Holmia***, Stockholm). Element din grupa pămînturilor rare (v. Ceriu), a fost descoperit în anul 1879 în pămînturile de iterbiu. Elementul liber nu a fost obținut pînă astăzi. Se cunosc oxidul, Ho_2O_3 și sărurile corespunzătoare.

Hidrargir, v. Mercur.

Iliniu, v. Prometiu.

Indiu, In (nume derivînd de la spectrul albastru-indigo). A fost descoperit pe cale spectrală, în 1863 și izolat apoi ca element. Indiul este un element rar, însoțind uneori zincul, în blende. Elementul liber se obține prin electroliză, din băi de cianură, cloruri și sulfați complecși. Indiul este un metal argintiu, moale, remarcabil prin punctul de topire scăzut (156°C). Nu este atacat de aer și apă, dar arde, dînd In_2O_3. În combinațiile sale trivalente se aseamănă cu aluminiul și mai ales cu galiul. Ca și aceștia formează alauni. Combinațiile bi- și monovalente sînt nestabile, tinzînd să treacă în cele trivalente.

Iod, I (grec. *ioides* = violet). Iodul a fost descoperit în 1811 în cenușa plantelor marine. Iodul însoțește clorul și bromul în natură. Apa mării conține circa 2,5 mg iod la litru, legat mai ales de substanțe organice. Iodul se regăsește în cenușa plantelor marine sub formă de iodură de potasiu, circa 0,4%, care servește și azi pentru prepararea iodului. Sursa cea mai importantă de iod este salpetrul de Chile, care conține 0,1% iod sub formă de iodat de sodiu. Se mai găsește iod în apele de sondă (cele de la noi conțin circa 7 g/m^3) și în unele ape minerale. Iodul se obține din ioduri prin dezlocuire cu clor. Iodul se prezintă sub formă de foițe sau plăci lucioase de culoare brun închis. La încălzire formează vapori violeți care sublimează. Formează compuși cu multe elemente, dar este mai puțin reactiv decît ceilalți halogeni. Se dizolvă greu în apă, dar ușor în sulfură de carbon, cloroform, benzen și benzină (soluții violete), cum și în alcool, eter, acetonă și în soluții apoase de ioduri (soluții brune). Iodul dă cu amidonul o colorație albastră închis, reacție caracteristică folosită în chimia analitică. Sînt importanți compușii cu iod din chimia organică, iodurile de sodiu și potasiu și iodații (KIO_3). Soluții de iod în alcool sau benzină se folosesc ca dezinfectant extern; în același scop servește și iodoformul CHI_3. Iodura de potasiu este folosită în fotografie. Iodul din alimente se acumulează în glanda tiroidă. În secreția internă a acesteia se găsește un hormon important, tireoglobulina, care conține iod.

Ioniu, v. Uraniu și Toriu.

Iridiu, Ir (lat. *iris* — curcubeu). Iridiul a fost descoperit în anul 1803. Alături de celelalte elemente din familia platinei, iridiul se găsește în natură în stare metalică, aliat cu cantități mici de fier, cupru și aur. Numele i s-a dat după culoarea sărurilor sale, verzi, roșii și violete. Este un metal alb, dur și casant. Este folosit pentru aparate servind la temperatura înaltă; aliat cu platină pentru măsuri și greutăți standard; aliat cu osmiul pentru vîrfuri de penițe și compasuri. Prin expunerea soluției de sulfat de iridiu la lumină, se obține negrul de iridiu, folosit drept catalizator. Combinația cea mai importantă este clorura $IrCl_4$.

Kripton, Kr (grec. *kryptos* = ascuns). Face parte din grupa gazelor rare (coloana zero a sistemului periodic). A fost descoperit în 1898. Se prepară din aer lichid prin distilare fracționată; se izolează însă mai greu decît celelalte elemente, kriptonul alcătuind fracțiunea mijlocie. În 100 l aer se găsesc 0,11 cm³ kripton. Se recunoaște prin spectrul său caracteristic, care cuprinde linii verzi și galbene. Pentru combinații v. cap. 7.

Lantan, La (grec. *lanthano* = a se ascunde). Lantanul apare în natură în aceleași minerale care conțin și pămînturile rare (v. Ceriu). A fost separat de ceriu în 1839. Se prepară din clorură, prin tratare cu sodiu sau prin electroliza unei băi topite de clorură de lantan, care conține clorură de potasiu și fluorură de calciu. Lantanul proaspăt lustruit este un metal alb; în aer uscat se acoperă cu un strat de oxid albăstrui și în aer umed trece în hidroxid. Reacționează cu azotul dînd o nitrură LaN și cu hidrogenul, dînd hidrura LaH_3. Sărurile de lantan derivă de la oxidul La_2O_3. Cele 14 elemente care urmează după lantan în sistemul periodic (cu numerele atomice 58—71) au proprietăți chimice foarte asemănătoare lantanului și se numesc de aceea, lantanide. Aceasta se datorește structurii straturilor de electroni (v. 6.5).

Lawrenciu, Lr. Elementul cu $Z = 103$, cu denumirea dată în onoarea lui E. Lawrence, este ultimul element din seria de tranziție internă 5*f* (seria actinidelor).

A fost obținut în 1961 din 3 μg Cf (amestec de izotopi 249, 251 și 251) prin bombardarea cu ^{10}B sau ^{11}B și depus pe o bandă de cupru.

Izotopul are probabil $A = 257$ și se dezintegrează prin emisie α (8,6 MeV) cu $T_{\frac{1}{2}} = 8 \pm 2$ s.

Litiu, Li (grec. *lithos* = piatră). A fost descoperit în 1817; este cel mai ușor dintre metalele alcaline. Nu apare liber în natură; urme de litiu se găsesc aproape în toate rocile eruptive și în multe izvoare minerale. Mineralele importante de litiu sînt silicații *spodumen* și *ambligonita*, $LiAl[PO_4F]$. Se obține prin electroliza clorurii topite. Litiul este un metal moale, alb, cu cea mai mică densitate dintre toate metalele cunoscute. În aer arde formînd Li_2O. Sărurile se aseamănă în unele privințe cu sodiul, în altele, cu magneziul. Litiul colorează flacăra în roșu-cărămiziu. Carbonatul și citratul de litiu servesc în medicină pentru eliminarea acidului uric, sarea de litiu a acestui acid fiind solubilă. Litiul este folosit în unele aliaje, cărora le dă rezistență mare la rupere și coroziune.

Lutețiu (Casiopeiu) Lu (*Lutetium*, de la *Luteția*, nume vechi al Parisului). Este un element din clasa pămînturilor rare, v. Ceriu) și anume elementul cel mai greu dintre lantanide (v. tabelul 6.1). A fost descoperit în anul 1907 de Urbain, în „yterbiul" lui Marignac (1879) care s-a dovedit astfel a fi un amestec din două elemente cu numerele atomice $Z = 70$ și 71. Separarea aceasta a fost realizată simultan de Auer von Welsbach, care a dat noului element numele de Casiopeium. Pentru elementul cu numărul de ordine 70, s-a păstrat numele de yterbiu. Lutețiul formează, în stare trivalentă, un oxid, Lu_2O_3, de la care derivă săruri incolore. Izotopul mai puțin abundent, cu numărul de masă $A = 176$, al lutețiului este radioactiv (β minus) (v. tabelul 6.10).

Magneziu, Mg (*Magnesia*, oraș din Asia Mică). Magneziul a fost recunoscut ca element în 1755, izolat în 1803 și preparat în stare pură în 1831. Magneziul, unul din cele mai răspîndite elemente reprezintă 1,9% din compoziția învelișului exterior al pămîntului, în care apare în cea mai mare parte în silicați. Alte minerale sînt *magnezitul* $MgCO_3$ și *dolomitul*, cristale mixte de $MgCO_3$ cu $CaCO_3$. Clorurile și sulfații micști de magneziu, sodiu și potasiu însoțesc sărurile de potasiu în straturile superioare ale salinelor. Se găsește sulfat de magneziu în unele izvoare amare, precum și în apa de mare. Magneziul metalic se obține prin electroliza clorurii de magneziu topite. Este un metal ușor, alb lucios, ductil, rezistent, cu duritatea 2,0. Sub formă de panglică, fir sau pulbere se aprinde prin încălzire și arde cu o flacără albă strălucitoare, dînd un fum alb, abundent de MgO. Magneziul se folosește în fotografierea de noapte (în prezent mai puțin) și în pirotehnie, pentru umplerea bombelor incendiare, iar aliajele cu magneziu, pentru construcția aeroplanelor. Compușii importanți sînt oxidul, clorura, sulfatul și citratul, care se folosesc în medicină. Compușii organici ai magneziului (compuși Grignard) se folosesc, pe scară mare, în chimia organică.

Mangan, Mn (lat. *magnes* = magnet). A fost izolat în stare impură în 1774, prin reducerea bioxidului de mangan cu cărbune. Mineralele cele mai importante sînt *piroluzita*, MnO_2, silicații și carbonatul. În țara noastră se găsesc zăcăminte de mangan la Iacobeni (Suceava). Manganul metalic pur se obține din oxid, prin reducere cu sodiu, magneziu, aluminiu sau prin electroliză. Este cenușiu, asemănîndu-se mult cu fierul, dar este mai dur și mai casant decît acesta. Sînt importante aliajele cu fierul, cuprul și nichelul. Piroluzita este folosită, din timpuri vechi, pentru colorarea sticlei, în violet. Cantități mai mici compensează culoarea verzuie produsă de oxizii fierului, dînd sticlă incoloră. Combinații importante sînt clorura, sulfatul și permanganatul de potasiu, ultimul folosit ca antiseptic în medicină și ca agent de oxidare în analiza cantitativă.

Masuriu, v. Tehnețiu.

Mendeleviu, Md. Elementul cu $Z = 101$, cu denumirea dată în memoria lui Mendeleev, a fost obținut prin bombardarea ^{253}Es cu particule α de 41 MeV. ^{253}Es se depune pe foițe de aur care se dizolvă, se îndepărtează apoi aurul și se separă produșii de reacție Es, Fm, Md. Izotopul preparat astfel ^{256}Md are timpul de înjumătățire de cîteva ore și se dezintegrează prin fisiune spontană.

Proprietățile chimice sînt analoge cu cele ale tuliului.

Mercur (hidrargir), Hg (lat. *mercur* de la planeta *Mercur*; grec. *hydrargirum* = argint lichid). Mercurul este cunoscut din antichitate. În natură apare liber sub formă de picături în roci, dar cel mai des sub formă de sulfură mercurică sau *cinabru*, HgS. În țara noastră se găsesc minereuri de mercur la Valea Dosului (Munții Apuseni). Se prepară din sulfură prin încălzirea acesteia în cuptoare, în curent de aer. Mercurul este un metal alb, lucios ca argintul, lichid la temperatura camerei, bun conducător de căldură și de electricitate. În aer uscat rece nu se oxidează. Prin încălzire în aer, pînă aproape de punctul de fierbere, trece în oxid de mercur (II) roșu, HgO, care la temperatură mai înaltă se descompune dînd din nou mercur. Cu alte metale, mercurul formează aliaje, numite *amalgame*. Sărurile cele mai importante sînt: clorura de mercur (II), *sublimatul*, $HgCl_2$ (otravă puternică și antiseptică), clorura de mercur (I), *calomelul*, Hg_2Cl_2 (laxativ), fulminatul de mercur, $Hg(ONC)_2$ (exploziv) și sulfura de mercur (II), HgS (colorant roșu în pictură). Importante sînt combinațiile organice ale mercurului.

Moldaviu, v. Franciu.

Molibden, Mo (grec. *molyqbdos* = plumb). A fost preparat în formă impură în 1782. Mineralele cele mai importante sînt *molibdenitul*, MoS_2 și *wulfenitul*, $PbMoO_4$. Minerale cu molibden se găsesc la Băița Bihorului. Se prepară din oxid, MoO_3, prin reducerea cu cărbune sau, mai bine, cu hidrogen, de obicei în cuptoare electrice. Molibdenul este un metal alb-cenușiu, lucios remarcabil prin punctul său de topire înalt; se poate forja și suda. La rece rezistă la acțiunea oxigenului și a acizilor. Încălzit se oxidează ușor, trecând în MoO_3. Aliajul molibdenului cu fierul, feromolibdenul, se folosește la fabricarea oțelurilor de scule, a țevilor de arme de foc, imprimînd acestora o rezistență mecanică mare și elasticitate. Molibdenul pur fiind mai puțin dur și mai ductil decît wolframul, se utilizează la fabricarea filamentelor și a grilelor în tuburile de radio. În petrochimie, catalizatorii cu molibden au o importanță deosebită.

Neodim, Nd (grec. *neos* = nou; *didymos* = gemen). Element din familia pămînturilor rare, v. Ceriu. Presupusul element *didymium*, izolat în 1843, din pămîntul de ceriu, a fost separat în 1885 în două elemente noi, neodimul și praseodimul. Formează săruri roșii-trandafirii cu aspecte caracteristice.

Neon, Ne (grec. *neos* = nou). A fost descoperit în 1898. Neonul face parte din grupa gazelor inerte. Se prepară prin lichefierea aerului și distilare fracționată. În 100 l aer se găsesc 1,5 cm³ neon. Nu formează în general combinații. În tuburi cu vid, neonul dă o culoare roșie-portocalie și e folosit pentru aceasta în reclamele luminoase.

Spectrul său se caracterizează prin linii intense roșii și verzi.

Neptuniu, Np. Elementul cu $Z = 93$ este primul element transuranic descoperit în 1940, obinut prin bombardarea unui strat de oxid de uraniu cu neutroni lenți.

Denumirea derivă de la planeta transuranică Neptun. Izotopul obținut ^{239}Np are un timp de înjumătățire de 2,3 zile. Izotopul mai stabil ^{237}Np a fost descoperit în 1942 prin bombardarea ^{238}U cu neutroni de mare energie; acest izotop α-activ are un timp de înjumătățire de $2{,}25 \cdot 10^6$ ani.

Proprietățile chimice ale neptunului sînt asemănătoare cu cele ale uraniului: prezintă stările de oxidare III, IV, V și VI, dar Np este mult mai greu oxidabil. Din această cauză, starea stabilă corespunde la Np (IV), pe cînd starea stabilă a uraniului, la U (VI).

Nichel, Ni (cuvînt de origine germanică). Elementul a fost descoperit în 1751. Minereurile de nichel sînt rare și conținutul lor în nichel este mic. În natură se găsește combinat cu sulf, arsen sau cu antimoniu. Importanți sînt silicații de magneziu și nichel, *garnieritele*. Se găsește nichel (pînă la 3%) și în sulfura de fier (II) naturală, *pirotina*. Nichelul se obține din minereuri, care sînt concentrate și transformate în oxid de nichel, ce este redus apoi cu cărbune. Nichelul este un metal alb-cenușiu, lucios, relativ moale, rezistent, maleabil și ductil. Este feromagnetic mai slab decît fierul, slab conducător de căldură și de electricitate. În general, proprietățile nichelului se apropie de ale fierului și cobaltului, cu care se învecinează în sistemul periodic. Este mai rezistent decît fierul față de acizii diluați și prezintă față de acidul azotic concentrat aceeași pasivitate ca și fierul. Din cauza pasivității, nichelul servește la fabricarea obiectelor rezistente la coroziune sau pentru acoperirea obiectelor de alamă și fier, prin depunere electrolitică, cu un strat subțire de nichel. Nichelul fin divizat, piroforic, se folosește drept catalizator în reacții de hidrogenare. Catalizator foarte activ este nichelul Raney, obținut din aliajul NiAl, prin tratarea acestuia cu soluție de NaOH. Nichelul este folosit la fabricarea oțelurilor speciale și a diferitelor aliaje. Importante sînt aliajele: *nichelina și constantanul* cu mare rezistență electrică, *metalul monel*, rezistent la coroziune, *argentanul*, folosit la fabricarea obiectelor casnice și *crom-nichelul*, ce servește la fabricarea sîrmelor pentru bobinarea cuptoarelor electrice. Printre compușii nichelului sînt importanți sulfatul și oxizii NiO și Ni_2O_3.

Niobiu, Nb (nume părăsit: *columbiu*). A fost identificat ca element în 1801, într-un minereu din America de Nord. Mineralele de niobiu sînt rare. Unul dintre ele, *niobita*, sau columbita este compus, în mare parte, din niobat de fier $Fe(NbO_4)_2$. Metalul liber a fost preparat în 1864, prin încălzirea clorurii într-un curent de hidrogen. Niobiul metalic are luciu cenușiu-alb și o mare rezistență chimică; nu se dizolvă în nici un acid, nici în apă regală. Hidroxizii alcalini topiți îl dizolvă însă, dînd niobați. Formează un pentoxid, Nb_2O_5, cu caracter acid, de la care derivă niobații.

Niton, v. Radon.

Nitrogen, v. Azot.

Nobeliu, No. Elementul cu $Z = 102$ a fost obținut printr-un efort comun al unor fizicieni din S.U.A., Anglia și Suedia în anul 1957, prin bombardarea ^{242}Cm, depus între două foițe de aluminiu, cu ioni de ^{13}C accelerați la 110—120 MeV de ciclotronul din Stockholm:

$$^{242}_{96}\mathrm{Cm}\ (^{13}_{6}\mathrm{C},\ 2^{1}_{0}n)\ ^{253}_{102}\mathrm{No}$$

Acest izotop α-activ se dezintegrează atît de rapid, încît a fost greu să i se deceleze prezența ($T_{\frac{1}{2}} = 10...12$ min), mai ales că au fost obținuți aproximativ 50 atomi, ceea ce a impus o tehnică cu totul specială.

Osmiu, Os (grec. *osme* = miros). Osmiul a fost descoperit în 1803, în reziduurile rămase după dizolvarea platinei în apă regală. Se găsește în natură în cantități mici, alături de celelalte metale din familia platinei. Metalul este alb-albăstrui, dur şi cristalin. Încălzit în aer se oxidează, dînd tetroxidul de osmiu, OsO_4, volatil cu miros caracteristic şi cu acţiune iritantă asupra căilor respiratorii şi a ochilor. Numele elementului se datoreşte proprietăţilor acestui oxid, care serveşte drept catalizator şi la colorarea preparatelor microscopice. Aliajul cu iridiul, *osmiridium*, se foloseşte la fabricarea vîrfurilor de peniţe şi la construcţia de maşini de precizie. Remarcabile sînt cele două combinaţii în care apare octavalent: tetroxidul de osmiu, OsO_4 şi octafluorura de osmiu, OsF_8. Ultima formează cristale galbene, foarte volatile.

Oxigen, O (grec. *oxye* = acru; *gennao* = a zămisli). Oxigenul a fost descoperit în 1774, prin încălzirea oxidului de mercur (II), folosindu-se razele solare, concentrate cu o lupă, ca sursă de căldură. Este elementul cel mai răspîndit în învelişul gazos, lichid şi solid al globului pămîntesc. În aer, oxigenul se găseşte în proporţie de 20,9% în volum; combinat, se găseşte oxigen în apă (în proporţie de 89% în greutate), apoi în silicaţi, carbonaţi şi în organismele vii. Oxigenul se obţine din aer prin lichefiere şi distilare fracţionată, apoi prin electroliza acizilor şi bazelor în soluţie apoasă, sau prin descompunerea termică a unora dintre combinaţiile sale cu alte elemente. Oxigenul este un gaz incolor, inodor, fără gust. În stare lichidă este albastru închis, iar cristalele au culoare albastră palidă. Oxigenul este un element foarte reactiv. Se combină direct cu toate celelalte elemente, cu excepţia gazelor rare şi a halogenilor. Se foloseşte pentru producerea temperaturilor înalte în flacără cu hidrogen şi acetilenă. Constituie elementul principal în respiraţia animalelor şi este folosit în respiraţia artificială. O formă alotropică a oxigenului, *ozonul*, are molecula formată din trei atomi, în loc de doi, ca oxigenul obişnuit. Combinaţiile binare ale oxigenului cu celelalte elemente se numesc *oxizi*, iar combinaţiile ternare, cu alte elemente şi hidrogen, *hidroxizi*. Printre aceştia din urmă se numără acizii şi bazele. Oxigen se mai găseşte în ionii acizilor oxigenaţi anorganici (sulfaţi, carbonaţi, fosfaţi, silicaţi), precum şi în nenumărate combinaţii organice.

Paladiu, Pd (numit după planetoidul *Pallas*). A fost descoperit în 1803. Paladiul face parte din familia platinei şi se găseşte în natură, liber, împreună cu celelalte metale din această familie. Este un metal alb; nu pierde luciul în aer, avînd caracter de metal nobil. Absoarbe cantităţi mari de hidrogen, cu care formează hidrura de paladiu, o combinaţie interstiţială. Se foloseşte pentru fabricarea de ceasornice magnetice, diverse alte aparate ştiinţifice şi drept catalizator de hidrogenare. Compusul cel mai important este clorura de paladiu (II) $PdCl_2$.

Platină, Pt (spaniol *plata* = argint; *platina* în sens peiorativ). Platina a fost descoperită în America de Sud, în 1735. Platina apare în natură de obicei în stare nativă, alături de cantităţi mici de ruteniu, rodiu, paladiu, osmiu şi iridiu, formînd, toate, grupa metalelor din familia platinei. Cele mai importante zăcăminte sînt cele din U.R.S.S. (Urali) şi America de Sud. Din minereul de platină, metalul se separă printr-un procedeu umed, complicat. Platina este un metal alb-argintiu, lucios, tenace, maleabil şi ductil, cu un coeficient de dilatare aproape egal cu al sticlei. Nu se oxidează în aer, la nici o temperatură, însă este atacat de halogeni, cianuri, sulf şi hidroxizi alcalini; este insolubil în acid clorhidric şi azotic, se dizolvă însă în apa regală cu formare de acid platini-clorhidric, $H_2[PtCl_6]$. Platina este folosită în bijuterie, pentru construcţia unor aparate de laborator, în dentistică şi în fotografie. În stare fin divizată (negru de platină) este un bun catalizator în reacţii eterogene, atît de oxidare cît şi de hidrogenare.

Plumb, Pb (lat. *pulbum*). Plumbul era cunoscut în vechime de egipteni. Minereul de plumb cel mai important este *galena*, PbS. Aceasta se găseşte în ţara noastră la Baia Sprie, Capnic, Săcărîmb, Oraviţa şi Băiţa Bihorului. Plumbul se obţine prin prăjirea minereului şi reducerea cu cocs a oxidului de plumb rezultat, PbO. Pentru purificare, plumbul astfel obţinut este supus unei topiri oxidante. Plumbul tăiat proaspăt este lucios, cenuşiu-albăstrui; la aer pierde luciul. Este cel mai moale dintre metalele uzuale. Poate fi zgîriat cu unghia şi tăiat cu cuţitul; este foarte ductil, poate fi laminat în foi şi sîrme subţiri, care au însă o rezistenţă mică la tracţiune. Este slab conducător de căldură şi electricitate. Prin adăugare de antimoniu sau alt metal, devine mai dur. Plumbul are numeroase întrebuinţări. Serveşte la căptuşirea aparatelor pentru industria chimică, avînd o rezistenţă faţă de agenţii chimici cu atît mai mare cu cît este mai curat. Plumbul cu puritatea de 99,9% este foarte moale. Aliajul cu 14–23% antimoniu, numit *plumb tare*, se foloseşte la turnarea literelor de tipar şi la fabricarea de ventile şi pompe. Aliajul cu 0,3% arsen serveşte la fabricarea alicelor. Pentru turnarea lagărelor de maşini se utilizează aliajul de plumb, antimoniu, staniu şi cupru, precum şi aliajul de plumb cu mici cantităţi de sodiu şi calciu. Plumbul moale se foloseşte la fabricarea acumulatoarelor, a oxidului de plumb şi a pigmenţilor pentru vopsele cu ulei. Săruri solubile de plumb sînt nitratul şi acetatul. Se folosesc săruri de plumb în medicină, ca agenţi antiseptici şi astringenţi. Plumbul şi combinaţiile lui produc intoxicaţii grave *(saturnism)*, atacînd în special protoplasma muşchilor şi sistemul nervos central.

Plumbul natural este un amestec de trei izotopi, cu numerele de masă $A = 206$, 207 şi 208. Primul este elementul final al seriei uraniului şi se numeşte RaG; cel de-al doilea, actiniul D, este elementul final al seriei actiniului, iar cel de-al treilea, toriul D, este elementul final al seriei cu acelaşi nume (v. tabelele 6.9.3). Alţi izotopi ai plumbului sînt radioactivi şi apar în diferite serii radioactive (v. acelaşi tabel).

Plutoniu, Pu. Elementul cu $Z = 94$ a fost denumit după planeta *Pluto*, în mod analog cu uraniul şi neptuniul.

A fost obţinut prin bombardarea cu deutroni a ^{233}U (1940) conform reacţiilor nucleare:

$$^{238}_{92}\mathrm{U}\,(d,\,2n)\ ^{238}_{93}\mathrm{Np}\ (T_{\frac{1}{2}} = 2\ \text{zile})$$

$$^{238}_{93}\mathrm{Np} \rightarrow\ ^{238}_{94}\mathrm{Pu} + e\ (T_{\frac{1}{2}} = 90\ \text{ani})$$

Cel mai important izotop este ^{239}Pu identificat în izotopul ^{239}Np, deci

$$^{238}_{92}\mathrm{U}(n)\ ^{239}_{92}\mathrm{U};\ ^{239}_{92}\mathrm{U} \rightarrow\ ^{239}_{93}\mathrm{Np} + e\ (T_{\frac{1}{2}} = 23\ \text{min});$$

$$^{239}_{93}\mathrm{Np} \rightarrow\ ^{239}_{94}\mathrm{Pu} + e\ (T_{\frac{1}{2}} = 214 \cdot 10^4\ \text{a})$$

Izotopul ^{239}Pu este fisionabil cu neutroni lenţi, deci este un combustibil nuclear; a constituit componentul exploziv al bombei de la Nagasaki (1945). Cu toate că are un timp de înjumătăţire foarte lung, emisia de particule α a ^{239}Pu este primejdioasă şi deci prepararea lui sau a combinaţiilor lui se face cu o deosebită grijă (aproximativ $140 \cdot 10^6$ dezintegrări pe minut şi miligram de material activ). Plutoniul metalic a fost obţinut prin reducerea trifluorurii cu metale alcalino-pămîntoase. Chimia plutoniului este analogă cu cea a uraniului, dar starea de oxidare stabilă este Pu(IV), cu stabilitate şi mai mare decît a Np [care poate fi oxidat la Np (VI) cu bromat].

În soluţie apoasă, sărurile de Pu^{3+} sînt albastre, de Pu^{4+} sînt galbene-brune, de PuO_2^+ probabil roşii şi portocaliu aprins pentru PuO_2^{2+}.

Fluorura, iodatul şi hidroxidul de Pu (IV) sînt insolubile în apă, pe cînd clorura, nitratul, fosfatul şi sulfatul sînt solubile.

Oxidul cel mai stabil este PuO_2, obţinut prin arderea plutoniului în aer la 1000°C şi serveşte ca materie primă pentru prepararea altor săruri.

Poloniu, Po (etim. *Polonia*, patria Mariei Curie). Este primul element descoperit de Marie Curie, în căutarea cauzei radioactivităţii pechblendei (1898). Poloniul este conţinut în pechblendă în cantitate mult mai mică decît radiul, fiind în echilibru în raportul aproximativ 1/5000 cu acest element. Din cauza aceasta nu s-a putut determina masa atomică pe cale chimică (ca şi la actiniu şi la elementele 85 şi 87). Din legea deplasărilor radioactive urmează că izotopul poloniului, provenit din radiu şi numit radiu F, are masa atomică, sau mai exact numărul de masă $A = 210$. S-a putut totuşi stabili marea asemănare a proprietăţilor chimice ale poloniului cu ale telurului, prin metoda antrenării. De asemenea, poloniul formează o hidrură, PoH_2 comparabilă cu hidrogenul telurat, TeH_2. Prin aceasta şi pe baza legii deplasărilor radioactive s-a atribuit poloniului numărul atomic 84 şi locul în căsuţa vacantă din coloana a VI a a sistemului periodic. Această hotărîre a fost confirmată mai tîrziu de Hulubei, prin determinarea spectrului de raze X, ceea ce a caracterizat definitiv poloniul ca element. Despre ceilalţi izotopi ai elementului cu numărul atomic 84, dintre care unii cu viaţă extrem de scurtă, v. tabelele 6.10.

Potasiu (Kaliu), K (germ. *Pottasche* = cenuşă din oală; cuvintele *kalium* ca şi *alcali* derivă de la arb. *al kaljun* = cenuşă). A fost primul element obţinut, pe cale electrolitică, din KOH, în 1807. În scoarţa pămîntului apare numai combinat, în proporţie de 2,4%. Potasiul intră în compoziţia multor silicaţi. Sub acţiunea agenţilor atmosferici, silicaţii se descompun încet, iar ionii de potasiu trec într-o formă solubilă în apă, ajungînd astfel în rîuri şi mări. La evaporarea acestora, sărurile de potasiu se depun, după clorura de sodiu, în partea superioară a salinelor. Tăiat proaspăt, potasiul are luciu alb-argintiu, care la aer dispare imediat prin formarea unui strat de oxid. De aceea, metalul se păstrează cufundat în petrol. Potasiul este un metal moale; el se zgîrie cu unghia şi se taie cu cuţitul. Aparţine grupei metalelor alcaline; are conductibilitate electrică şi termică mari. Vaporii potasiului sînt verzi-albăstrui, iar flacăra este colorată în violet. Cu apa produce hidrogen şi se aprinde spontan. Dintre săruri sînt importante: hidroxidul, carbonatul, nitratul, clorura, cloratul, bromura, iodura, cianura, sulfatul, cromatul, bicromatul, silicatul etc. Potasiul natural este un amestec de trei izotopi; unul dintre ei ^{40}K, este slab radioactiv (v. 6.9.4).

Praseodim, Pr (grec. *prasious* = verde; *didymus* = german). Despre descoperirea acestui element, v. Neodim. Sărurile praseodimului au o culoare verde, complementară cu cea roză, a sărurilor neodimului. De aceea, sărurile de *didym*, amestecul celor două elemente apare incolor. În afară de combinaţiile obişnuite, care derivă de la praseodimul trivalent, se cunoaşte şi un oxid, PrO_2, negru. Săruri ale praseodimului tetravalent, care derivă de la acest oxid, nu s-a putut prepara.

Prometiu, Pm (grec. *Prometeu*, personaj din mitologie care a furat focul din cer în folosul oamenilor). Existenţa unui element nou din grupa pămînturilor rare (v. Ceriu), între neodim şi samariu, a fost presupusă încă din 1902. În lucrarea sa celebră, Moseley (1914) a arătat că printre cele şapte elemente care lipseau din sistemul periodic la acea dată, se afla şi elementul cu numărul atomic (numărul de ordine) $Z = 61$. În anul 1926, s-a anunţat descoperirea elementului 61, într-o fracţiune a pămîntului de ceriu din nisip de monazită. Noul element a fost identificat cu ajutorul a 135 de linii ale spectrului optic. Noul element a fost numit *iliniu*. La aceeaşi epocă, Fernandes şi Rolla, de la Universitatea din Florenţa, au revendicat prioritatea descoperirii noului element, pentru care au propus numele de *florenţiu*. Tot în 1926, James şi Fogg, au publicat rezultatele unei cercetări cu raze X, din care rezultă existenţa elementului 61. De aceea, elementul 61 a fost înregistrat sub numele de *iliniu*, în unele tabele de element, dar a fost anulat în 1947, pentru că toate eforturile de a izola iliniul au eşuat, iar progresele realizate de fizica nucleară arată că elementul 61 nu poate fi găsit în natură. Într-adevăr, conform regulii izobarilor (v. amănunte la Tehneţiu), nu poate exista nici un izotop stabil cu numărul atomic $Z = 61$. În schimb, pot exista fireşte izotopi radioactivi ai elementului 61. În 1938, Pool, Kurbatov şi Quill au observat la bombardarea praseodimului şi neodimului cu particule accelerate în ciclotron, apariţia unei radioactivităţi artificiale, atribuite parţial şi unor izotopi ai elementului 61. (Se ştie astăzi că, în aceste reacţii nucleare, se formează izotopii 149 şi 148 cu timpi de înjumătăţire de 47 h şi respectiv de 5,3 zile, ambii emiţători de electroni). Cercetătorii menţionaţi au propus recent, pentru noul element, numele de *cicloniu*, accentuînd, prin aceasta, importanţa ciclotronului în cercetările nucleare. O identificare riguroasă, în special o caracterizare a noului element prin metode chimice, nu a fost însă posibilă la aceea vreme. S-a considerat, de aceea, că lucrarea lui Pool, Kurbatov şi Quill nu îndeplineşte regulile lui Paneth (v. Tehneţiu), prin care se stabileşte dreptul unui cercetător de a atribui un nume unui element nou descoperit. În 1947, J. A. Marinschi şi L. E. Glendenin au anunţat descoperirea a doi izotopi ai elementului 61, printre produşii de fisiune ai uraniului. Aceşti izotopi, cu numerele de masă 147 şi 149 şi timpii de înjumătăţire de 3,7 ani şi respectiv 47 h (ambii cu activitate β), au fost obţinuţi, în 1948, în cantităţi de cîteva miligrame şi au fost separaţi de pămînturile rare vecine, prin metoda modernă a adsorbţiei pe răşini sintetice schimbătoare de ioni. Prin aceasta, existenţa elementului 61 poate fi considerată ca definitiv dovedită, iar numele de *prometheum*, propus de Marinschi și Glendenin a fost definitiv acceptat în 1949, cu o ușoară modificare în prometiu.

Protactiniu, Pa (grec. *protos* = cel dintîi). Încă de mult se bănuia că actiniul (v. Actiniu) nu este primul element al seriei radioactive cu același nume. Potrivit legii deplasării radioactive, elementul-generator (părinte) al actiniului se poate găsi fie cu două căsuțe mai la dreapta (în cazul că ar fi un emițător α), fie cu o căsuță mai la stînga (dacă ar fi un emițător β). În primul caz ar face parte din grupa a V-a a sistemului periodic și ar fi deci un omolog superior al tantalului. Pe baza acestei ipoteze a fost descoperit protactiniul în pechblendă, prin precipitare cu tantal, în 1918. Mai tîrziu s-a reușit să se obțină în cantități foarte mici, pentoxidul de protactiniu și din acesta, metalul, în stare de puritate chimică. Omologia față de tantal indică, fără dubiu, numărul atomic $Z = 91$. Numărul de masă $A = 231$ a fost dedus pe baza legii deplasării radioactive, elementul acesta transformîndu-se prin șase dezintegrări α în plumbul de actiniu, actiniul D, cu masa 207. Protactiniul este un emițător α, cu timpul de înjumătățire de 32 000 ani. La rîndul său, el provine din actiniu Y (emițător β) și acesta, din izotopul 235 al uraniului (actino-uraniul, v. Uraniu). Așa se explică faptul că elementele din seria radioactivă a actiniului însoțesc întotdeauna uraniul în mineralele sale. O tonă de uraniu, dintr-un minereu de uraniu oarecare este însoțit de numai 129 mg de protactiniu (pe lîngă 340 mg radiu și de circa 1 mg actiniu). Izotop cu protactiniul este și uraniul UX_2, separat, pe cale chimică, în 1913, de uraniul UX_1, din care se formează. Cum proprietățile chimice ale izotopului UX_2 indică apartenența sa la grupa a V-a a sistemului periodic și cum în acel timp nu se cunoștea nici un element cu numărul de ordine 91, s-a dat noului element numele de *breviu*, spre a accentua perioada sa foarte scurtă (1,14 min). După descoperirea protactiniului s-a considerat acesta ca reprezentantul chimic al speciei atomice 91 și numele de breviu a fost părăsit. Un alt izotop, uraniu UZ, a fost descoperit în 1921. Ca și UX_2, el provine tot din UX_1 și de asemenea printr-o dezintegrare β. El are deci același număr atomic (91) și este antrenabil cu tantal întocmai ca UX_2. Ca și acesta este β activ, trecînd tot în uraniu II. De izotopul UX_2 se deosebește numai prin timpul de înjumătățire mai lung (6,7 h) și prin energia mult mai slabă a radiației sale. Elementele UX_2 și UZ sînt deci izotope și izobare; ele se deosebesc numai prin conținutul lor diferit în energie nucleară manifestîndu-se prin radiații de energie diferită. Asemenea nuclee se numesc izomere și au fost descoperite mai tîrziu, în număr mare, mai ales printre elementele radioactive artificiale (v. tabelele 6.9.3 și 6.10).

Pucioasă, v. Sulf.

Radiu, Ra (lat. *radius* = rază). Radiul a fost descoperit în mineralul de uraniu, *pechblenda*, de către Pierre și Marie Curie, în 1890. Din 100 t pechblendă de Ioachimstahl se obține 1 g radiu. Cantitatea de radiu, în echilibru cu o tonă de uraniu într-un minereu oarecare al acestuia, este de 340 mg. Clorura de radiu a fost preparată pură prin cristalizări fracționate repetate din amestecul de $BaCl_2$ și $RaCl_2$.

Radiul metalic a fost izolat în anul 1911, prin electroliza soluției clorurii de radiu cu catod de mercur. Prin distilarea mercurului s-a obținut radiu pur. Acesta se prezintă ca un metal alb, lucios, foarte sensibil la aer și apă. Are o comportare chimică mult asemănătoare bariului. Radiul are o radioactivitate de un milion de ori mai puternică decît uraniul 238, din care provine prin transformări radioactive. Prin emisie de particule radiul se transformă într-un element gazos, de asemenea radioactiv, numit întîi *emanație* și mai tîrziu *radon* (v. Radon). Radiul este cel mai important și cunoscut element al seriei radioactive a uraniului (v. tabelele 6.9.3). Are o viață destul de lungă pentru a putea fi păstrat fără pierderi mari, așa că, pînă la descoperirea izotopilor radioactivi artificiali, a fost elementul cel mai utilizat pentru scopuri practice, de exemplu în medicină. În 25 de ani, radiul pierde aproximativ 1% din activitatea sa.

Despre izotopii radiului v. tabelele 6.10.

Radon, Rn (lat. *radius* = rază). Gazul radioactiv degajat de elementul radiu (0,1 ml pe zi de 1 g radiu) a fost observat întîia oară în 1900 și numit *emanație de radiu*. Acest gaz, izolat în 1908 a fost denumit *niton* (lat. *nitens* = a străluci) din cauza luminii slabe pe care o emite în stare lichidă. S-a recunoscut natura de element a noului gaz, i s-a determinat densitatea şi s-a calculat din aceasta masa atomică, 222. De asemenea, s-a stabilit caracterul său chimic de gaz rar (inert), de unde s-a dedus mai tîrziu numărul atomic $Z = 86$. După 1923, noul element a fost numit radon, spre a accentua înrudirea cu radiul. Radonul provine din radiu, printr-o dezintegrare α şi este el însuşi radioactiv, emiţînd de asemenea radiaţii α. Timpul de înjumătăţire al radonului este de 3,8 zile. Cantitatea de radon, în echilibru cu 1 g radiu (v. 6.10) (adică se formează în fiecare moment tot atîţia atomi cîţi dispar) este de 0,59 mm³ (la 0°C şi 760 mm). În seria radioactivă a toriului apare, la fel ca în seria radiului, un element radioactiv cu caracter de gaz inert şi deci izotop cu radonul, căruia i s-a dat numele de toron (număr de masă $A = 220$; $T_{\frac{1}{2}} = 54{,}4$ s). În seria actiniului se întîlneşte în mod similar, *actinonul* ($A = 219$; $T_{\frac{1}{2}} = 3{,}9$ s). În seria radioactivă artificială $4n + 1$ nu există nici un termen cu număr atomic, $Z = 86$.

Reniu, Re (lat. *Rhenus*, fluviul Rin). Reniul, un omolog superior al manganului, a fost descoperit în 1925, în mineralul *niobit*, cu ajutorul spectrului său de raze X. Mai tîrziu a fost găsit şi în minereuri alături de platină. Deşi un element rar, reniul poate fi obţinut astăzi în cantităţi suficiente pentru studiul său complet. Metalul liber poate fi forjat şi laminat. Se utilizează într-o măsură din ce în ce mai mare în aliajele speciale. Se dizolvă uşor în acid azotic, mai puţin în acid sulfuric şi greu în acid clorhidric. În calitate de ekamangan, reniul formează combinaţii caracteristice în starea de valenţă VII. Heptoxidul de reniu, Re_2O_7, galben, distilabil fără descompunere, este cel mai stabil dintre oxizii acestui element. Reniul este un amestec a doi izotopi, dintre care ^{187}Re este radioactiv (v. tabelul 6.10).

Rodiu, Rh (grec. *rhodon* = trandafir). A fost descoperit în anul 1803. Rodiul este un metal alb-argintiu din familia platinei. Se găseşte alături de celelalte metale din această grupă în nisipul unor rîuri din Urali, America de Nord şi America de Sud. Se combină uşor cu oxigenul la încălzire, dînd oxidul Rh_2O_3. Soluţiile sărurilor de rodiu sînt roşii. Aliajul rodiului cu platina se foloseşte împreună cu platina pură, la fabricarea termocuplurilor. În aproape toate combinaţiile sale, rodiul este trivalent.

Rubidiu, Rb (lat. *rubidius* = roşu închis). A fost descoperit în 1861, în apa minerală de la Durckheim, alături de cesiu, cu ajutorul spectroscopiei. Rubidiul se găseşte în cantităţi mici în natură, însoţind mineralele de sodiu şi potasiu, de exemplu silicatul *lepidolit*. Se prepară prin electroliza cianurii de rubidiu. Rubidiul este un metal moale, alb, din grupa metalelor alcaline. Colorează flacăra în roşu închis şi formează combinaţii analoge celor de sodiu şi potasiu. Rubidiul natural este un amestec a doi izotopi dintre care unul este radioactiv (emiţător de electroni, v. tabelul 6.9.4).

Ruteniu, Ru (nume derivînd de la *Rutenia*). A fost descoperit în anul 1844. Face parte din familia platinei şi se găseşte în stare nativă alături de celelalte elemente din această grupă. Ruteniul este un metal cenuşiu, dur şi casant. Formează săruri roşii sau brune. Remarcabile sînt stările de valenţă multiple (II, III, IV, VI, VII şi VIII). Alături de osmiu este singurul element octavalent, în tetroxidul de ruteniu, RuO_4, ace galbene cu p.t. 25°C.

Samariu, Sm. A fost descoperit în anul 1879 în mineralul *samarskit*, numit astfel după locul său de origine din U.R.S.S. Samariul este un element metalic care face parte din familia elementelor din pămînturile rare şi anume din grupa pămînturilor de ceriu. Ionii săi trivalenţi sînt galbeni. Se cunosc şi combinaţii bivalente, nestabile, uşor oxidabile. Unul din izotopii samariului ^{152}Sm, este radioactiv, şi anume emite radiaţii α (v. tabelul 6.9.4).

Scandiu, Sc (numele derivă de la *Scandinavia*). Scandiul a fost prevăzut ca eka-aluminiu şi descoperit în anul 1879. Se găseşte în puţine regiuni, în aceleaşi minerale care conţin şi pămînturile rare (v. Ceriu). Scandiul se obţine greu în stare pură. Combinaţiile lui au compoziţii asemănătoare cu ale aluminiului, dar însuşirile lor se apropie şi de ale metalelor alcalino-pămîntoase. Formează săruri incolore care derivă de la oxidul Sc_2O_3 care are însuşiri bazice pronunţate.

Seleniu, Se (grec. *selene* = lună). A fost descoperit în anul 1817, asociat cu telurul. Seleniul se găseşte în unele sulfuri (pirită, calcopirită, blendă). În fabricile de acid sulfuric, la prăjirea sulfurilor, seleniul se depune, în formă elementară, în camerele de desprăfuire sau în noroiul din camerele de plumb. Seleniul prezintă mai multe modificații alotrope: *seleniul roșu*, *seleniul amorf*, *seleniul sticlos* și *seleniul cenușiu* sau *metalic*. Seleniul cenușiu este forma cea mai stabilă și se obține din celelalte forme, prin încălzire la 100°C. Seleniul metalic are conductibilitate electrică relativ scăzută la întuneric; ea crește de 1000 de ori sub acțiunea luminii; pe această proprietate se bazează folosirea seleniului în celulele fotoelectrice. Seleniul este folosit de asemenea în industria sticlei și a ceramicii.

Siliciu, Si (lat. *silex* = cremene). A fost obținut prima oară în anul 1822. După oxigen, siliciul este cel mai răspîndit element în natură, formînd un sfert din scoarța pămîntului. Siliciul nu apare liber în natură, ci numai combinat cu oxigenul. Bioxidul de siliciu SiO_2 (silicea), poate exista în trei forme cristaline polimorfe, *cuarțul*, *tridimitul* și *cristobalitul* și în diferite forme amorfe și microcristaline. De asemenea apare și combinat cu diferiți oxizi metalici în numeroși silicați (*granit*, *hornblendă*, *azbest*, *feldspat*, *mică*, *argilă* etc.). Prima oară s-a preparat siliciu din tetrafluorură de siliciu, SiF_4, prin eliminarea halogenului cu potasiu, la 400°C. Mai ușor se obține siliciu prin reducerea bioxidului de siliciu cu magneziu, iar în industrie, prin reducerea cuarțului cu cărbune, în cuptorul electric. Siliciul curat formează cristale cubice, lucioase, cenușii ca fierul, dure (duritate 7,0 în scara Mohs) și casante, cu conductibilitate electrică mică. Aceste cristale au rețeaua diamantului; o formă analogă grafitului nu există. Siliciul nu se dizolvă în nici un dizolvant, în afară de unele metale topite (Al, Ag); se combină la temperatura camerei cu fluorul, dînd SiF_4. Nu este atacat de acizi, cu excepția amestecului de acid azotic și acid fluorhidric; este solubil în KOH și NaOH, la cald, dezvoltînd hidrogen și formînd silicați. Siliciul se combină cu multe metale dînd siliciuri. Cu fierul, siliciul dă un aliaj ferosiliciul (cu 40—90% Si). Ferosiliciul servește la obținerea unor fonte silicioase (cu 12—17% Si), foarte rezistente la acizi și folosite pentru construcția de aparate în industria chimică. Din siliciu se fabrică și siliconii, polimeri cu însușiri remarcabile. Siliciul foarte pur este folosit la fabricarea tranzistorilor.

Sodiu (Natriu), Na. Cuvîntul *soda* apare întîia oară în scrierile latine ale alchimistului Geber, din secolele XIV și XV. Sub denumirea de *trona* se desemna în antichitate carbonatul de sodiu natural, din Egipt. Acest produs era desemnat și prin cuvîntul *neter*, de unde se trage grecescul *nitron* și latinescul *nitrum*, care a devenit la alchimiștii medievali, *natron*. Deosebirea între natron și kali, între carbonații de sodiu și de potasiu, s-a făcut abia în secolul al XVIII-lea. Sodiul metalic a fost obținut pentru prima oară în anul 1807, prin electroliza hidroxidului de sodiu topit. Astăzi se obține industrial prin aceeași metodă sau prin electroliza clorurii de sodiu topite. Sodiul este unul dintre elementele cele mai răspîndite; în scoarța pămîntului apare în concentrație de 2,6%, în cea mai mare parte sub formă de silicați. Toate combinațiile sodiului, folosite în scopuri practice, se obțin din clorura de sodiu extrasă din saline sau din apa de mare. Sodiul este un metal argintiu, cu densitatea 0,4 și conductibilitate electrică și termică mari. La aer se acoperă repede cu un strat de hidroxid; de aceea se conservă sub petrol. Sodiul metalic reacționează violent cu apa, dînd hidroxid de sodiu și hidrogen; aprins arde în aer, dînd peroxid de sodiu, Na_2O_2. Sodiul metalic este folosit ca materie primă la fabricarea peroxidului de sodiu și a amidurii de sodiu, care, la rîndul ei, se transformă în cianură de sodiu. De asemenea se utilizează mult în sintezele organice și la fabricarea lămpilor monocromatice cu vapori de sodiu. Aliajul cu plumb și calciu este folosit la turnarea lagărelor de vagoane. Combinațiile sodiului sînt foarte răspîndite; importante sînt clorura, carbonatul, bicarbonatul, hidroxidul, azotatul, fosfatul di și trisodic, tiosulfatul, boraxul etc.

Staniu (Cositor), Sn (lat. *stannum*; rom. *cositor*, de la *cossiteros*). Staniul este cunoscut din vechime, bronzul fiind primul aliaj folosit din epoca preistorică. Singurul minereu de staniu exploatat este *casiteritul*, SnO_2 (grec. *cassiteros*). Metalul se obține din bioxidul de staniu, prin reducere cu cărbune în cuptoare cu flacără directă. Staniul este un metal alb-argintiu, lucios, cu duritate mică, rezistență mecanică slabă, dar foarte ductil și maleabil. Se cunosc trei modificații ale staniului: *staniul alb*, obișnuit, obținut prin solidificarea topiturii, cristalizat în sistemul tetragonal; *staniul cenușiu*, pulbere fără aspect metalic, stabil la temperatură joasă și staniul rombic, casant, stabil între + 161°C și punctul de topire. La temperatura obișnuită, staniul este rezistent față de aer și apă. Încălzit la aer peste punctul de topire, trece în oxid stanic, SnO_2. Acizii slabi îl atacă puțin; acidul clorhidric și sulfuric concentrat îl dizolvă, iar cu acidul azotic concentrat formează acidul β-stanic, insolubil. Staniul este folosit la acoperirea cu un strat subțire a tablei de fier și a vaselor de aramă, pe care le ferește de coroziune. Importante sînt aliajele de staniu cu cupru (bronzurile), metalul alb pentru lagăre și aliajul cu plumb, folosit pentru lipit metale.

Stibiu, v. Antimoniu.

Stronțiu, Sr (*Stronțian* = oraș în Scoția). A fost descoperit în anul 1790 și izolat în 1808 prin electroliză. Mineralele principale de stronțiu sînt *stronțianitul*, $SrCO_3$, și *celestina*, $SrSO_4$. Se prepară prin electroliza clorurii topite. Se aseamănă cu calciu, în proprietățile sale principale. Este un metal alb-argintiu, cu duritate 1,8. Sărurile sînt, în general, solubile în apă, cu excepția sulfatului, fosfatului și carbonatului. Colorează flacăra în roșu viu. Se folosește în pirotehnie.

Sulf (Pucioasă), S (lat. *sulfur*). Sulful apare în formă elementară, în natură, în regiunile vulcanice, în Sicilia, Japonia, America de Nord etc. În gazele vulcanice apar uneori hidrogen sulfurat și bioxid de sulf. Mineralele principale sînt sulfurile: *pirita*, FeS_2, *calcopirita*, $FeCuS_2$, *galena*, PbS și *blenda*, ZnS. Sulful mai apare în natură și în sulfați, în special sulfații de calciu (*ghips*, *anhidrit*), de bariu (*barită*) și de stronțiu (*celestina*). Sulful există în mai multe forme *alotropice* sau *polimorfe*. La temperatura obișnuită este stabil *sulful rombic* (sulf α) de culoare galbenă, rău conducător de căldură și electricitate, ușor solubil în sulfură de carbon. Peste 95,5°C pînă la punctul de topire, este stabil sulful monoclinic (sulf β). La temperatură joasă sulful este puțin reactiv, la temperatură înaltă se combină cu toate elementele afară de azot, aur și platină. Sulful este folosit la fabricarea acidului sulfuric, în industria cauciucului pentru vulcanizare, la fabricarea sulfurii de carbon și a unor materii colorante. Din cauza ușurinței cu care se aprinde, este folosit la fabricarea prafului de pușcă (amestec de cărbune, sulf și salpetru) și pentru alte scopuri pirotehnice. Servește apoi ca fungicid în agricultură și în scopuri farmaceutice. Printre compușii sulfului are o deosebită importanță acidul sulfuric, cel mai important acid tehnic. De asemenea se cunosc numeroase combinații organice ale sulfului, de mare importanță biologică, medicală sau ca antidăunători.

Taliu, Tl (grec. *thallos* = ramură verde). A fost descoperit în 1861, cu ajutorul analizei spectrale. În natură, taliul se găsește în unele pirite și însoțește zincul în unele blende. De asemenea apare în unii silicați. Metalul se obține prin încălzirea iodurii de taliu cu sodiu metalic. Taliul se aseamănă cu plumbul. Are duritate mică, este maleabil și puțin tenace, slab conducător de electricitate. La aer pierde luciul formînd oxidul Tl_2O, iar în prezența apei trece în hidroxid, TlOH. Se dizolvă ușor în acid azotic, mai greu în acid sulfuric. Combinațiile taliului monovalent se aseamănă mult, în comportarea lor, cu ale metalelor alcaline. Sărurile taliului colorează flacăra în verde și sînt toxice.

Tantal, Ta (grec. mitologie *Tantalos*). A fost descoperit în anul 1802. În natură, tantalul apare în mineralul tantalit, amestec izomorf de niobat și tantalat de fier și mangan $(Fe, Mn)[(Ta, Nb)O_3]_2$. Se găsește și în mineralele pămînturilor rare. Se prepară prin reducerea fluorotantalului de potasiu, $K_2[TaF_7]$, cu hidrogen, urmată de topire, în vid. Tantalul este un metal cenușiu, lucios, destul de dur și totuși ductil cînd este pur. Are un punct de topire foarte înalt şi o mare rezistenţă chimică. Nu este atacat de nici un acid (afară de HF), nici de apa regală. Este folosit la construirea de aparate chimice. Oxidul obişnuit este pentoxidul de tantal, Ta_2O_5.

Tehneţiu, Tc (grec. *technetos* = artificial). Existenţa omologilor superiori ai manganului, a celor doi eka-mangani, a fost prevăzută încă de la descoperirea sistemului periodic, de către Mendeleev şi a devenit o certitudine după cunoaşterea legii lui Moseley (1914). Într-adevăr, numerele de ordine 43 şi 75 nu puteau fi atribuite nici unui element cunoscut pînă la acea dată. În anul 1925 s-a anunţat descoperirea celor două elemente, ca rezultat al unei cercetări sistematice. Pornind de la consideraţii teoretice, bazate pe proprietăţile celor două elemente necunoscute, previzibile pe baza sistemului periodic şi pe repartizarea lor probabilă în minerale, au fost întreprinse cercetări în minerale care conţin pe de o parte molibden şi ruteniu (*columbit*) şi pe de altă parte wolfram şi osmiu (*tantalit*). În aceste concentrate s-au putut decela spectrul de raze X al elementului 75 şi linii slabe atribuite elementului 43. Pentru aceste elemente, descoperitorii au propus numele *reniu* şi *masuriu*. Elementul 75 a putut fi izolat mai tîrziu, în cantităţi ponderabile şi a devenit astăzi un produs comercial curent (v. Reniu). Elementul 43 nu a putut fi niciodată concentrat în aceeaşi măsură. În timpul din urmă, existenţa în natură a elementului 43 a fost chiar pusă la îndoială, fiindcă ea contravine „regulii izobarilor" a lui Mattauch (1934). Această regulă, formulată pe baza examinării tuturor nucleelor existente în natură arată că nucleele stabile cu număr de masă impar, nu au izobari stabili cu numere de ordine diferind de al lor printr-o unitate, deci vecine cu ele în sistemul periodic. În realitate, izotopii stabili ai elementelor vecine din sistem, molibdenul şi ruteniul, sînt atît de numeroşi şi de apropiaţi, încît orice număr de masă, A, ce ar putea fi luat în consideraţie pentru un izotop al elementului 43, ar avea un izobar stabil, vecin cu el în sistemul periodic şi ar fi deci instabil. Printre toate nucleele stabile se întîlnesc trei excepţii la această regulă; deci nu trebuie exclusă şi posibilitatea existenţei unor izotopi radioactivi naturali cu viaţa foarte lungă ai elementului 43. Totuşi, existenţa unui izotop stabil al elementului 43, în natură, apare astăzi ca foarte improbabilă şi de aceea, masuriul a fost eliminat din listele de elemente.

Izotopii radioactivi artificiali ai elementului 43 au fost obţinuţi în 1937, prin bombardarea molibdenului cu neutroni sau deuteroni, acceleraţi în ciclotron. Mai tîrziu s-au izolat în cantităţi relativ mari, cîţiva izotopi ai elementului 43, din produşii de fisiune ai uraniului (printre care, cel cu viaţa cea mai lungă este ^{99}Tc, cu timp de înjumătăţire de 4 milioane ani; (v. şi tabelul de izotopi, 6.10). Potrivit unor reguli propuse de F. A. Paneth, în 1947, s-au stabilit următoarele: 1) dreptul de a da numele unui element revine acelui grup de cercetători care a adus prima dovadă definită a existenţei unuia dintre izotopii săi; 2) în stabilirea priorităţii descoperirii, nu se face nici o distincţie între izotopii apărînd în natură şi cei obţinuţi artificial şi 3) dacă o afirmaţie, privind descoperirea unui element, a fost acceptată în trecut dar recunoscută ca eronată în urmă, numele acordat pe nedrept se va părăsi, înlocuindu-se cu un altul, ales de adevăraţii descoperitori. În conformitate cu aceste reguli, Uniunea Internaţională de Chimie a admis, în 1949, de a se numi element 43, tehneţiu, pentru recunoaşterea faptului că acest element este primul element obţinut artificial.

Telur, Te (lat. *tellus* = pămînt). A fost descoperit în anul 1782, iar numele i s-a dat în 1798. Telurul nativ apare în natură destul de rar, se găseşte însă telur combinat cu aurul şi argintul, de exemplu, în minereurile de aur din Transilvania (Săcărîmb, Baia de Arieş). Se obţine prin reducerea oxidului teluric. Singura formă alotropă cunoscută a telurului, cea metalică, formează cristale hexagonale, albe-argintii cu duritate mică şi conductibilitate electrică bună. Telurul este insolubil în sulfura de carbon şi în oricare alţi dizolvanţi. Formează telururi, combinații asemănătoare sulfurilor. Vaporii de telur sînt toxici. Telurul este folosit pentru colorarea sticlei în albastru-brun.

Terbiu, Tb (*Ytterby* = oraș în Suedia). A fost descoperit în anul 1843, în mineralul numit *gadolinit* (v. Ceriu). Este unul din elementele pămînturilor rare și anume face parte din grupa pămînturilor de iterbiu. Nu a fost izolat ca element în stare pură. Formează combinații în stare trivalentă și tetravalentă (ultimele nestabile). Principalul său oxid este Tb_2O_3, de la care derivă săruri de culoare roz.

Titan, Ti (lat. *Titanus*). A fost descoperit în anul 1791, iar denumirea i-a fost dată în 1795. Metalul pur a fost preparat în anul 1910, prin încălzirea tetraclorurii cu sodiu, în bombe de oțel. Titanul este un element mult răspîndit, dar apare numai rareori în concentrații mai mari. Combinațiile cele mai răspîndite sînt: *rutilul*, *anatasul* și *brookita*, toate trei cu formula bioxidului TiO_2, *ilmenitul*, titanatul de fier și *perowskitul*, titanatul de calciu. Titanul este conținut și în mulți silicați, în care poate înlocui izomorf siliciul. Titanul metalic se obține greu în stare pură (din $TiCl_4$ și Na). Titanul metalic se aseamănă cu fierul, arde în aer și este singurul element care arde în atmosferă de azot, dînd nitruri interstițiale (Ti_2N_2, Ti_3N_4). Industrial se fabrică ferotitanul care, adăugat oțelurilor speciale (în proporție de 0,1%), le mărește rezistența la rupere și elasticitatea. Combinațiile importante ale titanului sînt bioxidul, TiO_2, care se folosește ca pigment sub numele de *alb de titan*, și halogenurile, care servesc în cataliza polimerizării stereospecifice (v. 8.1).

Toriu, Th (*Thor*, zeitate a mitologiei nordice). A fost descoperit în anul 1828. Toriul apare în natură în *monazit*, mineral al pămînturilor rare, care conține 3,9% ThO_2, sub formă de silicat. În natură se mai găsește silicatul de toriu, *toritul*, $ThSiO_4$ și *torianitul* ThO_2. Toate mineralele de toriu conțin și uraniu în cantități mici. Toriul se obține prin încălzirea tetraclorurii cu sodiu sau potasiu metalic. Este un metal cenușiu, greu, ductil, care, în stare pură compactă, are aspectul platinei. Nu este atacat de acizii diluați și de hidroxizii alcalini; se dizolvă în acid clorhidric și în apă regală. În aer arde dînd ThO_2. În toate combinațiile sale, toriul este tetravalent. Se mai menționează clorura de toriu, $ThCl_4$, solubilă în apă, cu hidroliză puternică, și nitratul de toriu, $Th(NO_3)_4$, cu apă de cristalizare variind după temperatură. Toriul natural este un element izotopic pur (compus dintr-un singur izotop, cu numărul de masă $A = 232$). Toriul este radioactiv, mai slab însă decît uraniul ($T_{\frac{1}{2}} = 13{,}4$ miliarde ani). El este primul element al uneia din seriile radioactive naturale, seria toriului, seria $4n$ (v. tabelul 6.9.3,). Unul dintre elementele acestei serii este *toronul*, un gaz rar radioactiv (v. Radon), iar ultimul termen este un izotop al plumbului ($Z = 82$), cu numărul de masă 208 (toriu D). În diferitele serii radioactive apar cîțiva izotopi radioactivi ai toriului, printre care se pot menționa: UX_1, UY, *ioniul*, *radioactiniul* și *radiotoriul* (v. tabelul 6.9.3).

Toron, v. Radon.

Tritiu, v. Hidrogen.

Tuliu, Tm (*Thule*, nume legendar al țărilor nordice). A fost descoperit ca element în anul 1879. Face parte din elementele pămînturilor rare și anume din grupa pămînturilor de yterbiu (v. Ceriu). Elementul liber nu a fost izolat. Este caracterizat prin spectrul său de absorbție și prin formare de săruri puternic colorate în verde, derivînd de la oxidul Tm_2O_3.

Tungsten, v. Wolfram.

Uraniu, U (lat. *Planeta Uranus*). A fost descoperit în pechblendă, în anul 1789; a fost preparat prima oară în anul 1841, prin reducerea clorurii cu potasiu metalic. Mineralul principal al uraniului, *pechblenda*, este un oxid mixt de U (IV) și U(VI) cu formula U_3O_8, conținînd și oxizi de fier, plumb, calciu, toriu și pămînturi rare. Se găsește în R.S. Cehoslovacă, Congo (Kinshasa), U.R.S.S. şi Canada. Uraniul se găseşte în cantităţi mici şi în *monazit*, mineral al pămînturilor rare. Pechblenda, tratată cu acid azotic, trece în nitratul de uranil, care, prin calcinare, trece în trioxid de uraniu; acesta este redus cu cărbune la uraniu. Pentru recunoaşterea microscopică este deosebit de util acetatul dublu de uraniu şi sodiu, $Na[UO_2 \cdot (C_2H_3O_2)_3]$. Uraniul este un metal alb, greu, cu duritate mijlocie. Se dizolvă uşor în acizi diluaţi, cu degajare de hidrogen. În aer arde dînd U_3O_8.

Uraniul natural este un amestec de trei izotopi, în proporţie constantă: ^{238}U, 99,2%; ^{235}U 0,7%; ^{234}U cu abundenţă foarte redusă (v. tabelul 6.10). Izotopul 238, numit şi U I, este primul element al uneia din seriile radioactive naturale, seria uraniului (seria $4n + 2$; v. tabelul 6.9.3.1). Din această serie mai fac parte izotopul 234, numit şi U II, cum şi ionul, radiul, radonul etc. Izotopul 235, numit şi actinouraniu, este capul seriei radioactive a actiniului (seria $4n + 3$; v. tabelul 6.9.3.4). Afară de această dezintegrare, izotopul U^{235} suferă, sub acţiunea neutronilor lenţi, o reacţie constînd într-o rupere în două nuclee mai mici, de dimensiuni aproximativ egale (fisiune) de exemplu în Ba şi Kr, degajînd totodată o cantitate enormă de energie. Pe această reacţie se bazează aşa-numitele pile şi bombe atomice. Pentru realizarea celor din urmă este necesar să se separe izotopul 235 de izotopul 238, operaţie care necesită o aparatură extrem de complexă. Prin fisiunea uraniului 235 se formează 34 elemente, cu numere atomice cuprinse între 31 şi 64 (Ga pînă la Cd), fiecare reprezentat prin mai mulţi izotopi. Aceştia sînt radioactivi, suferind dezintegrări β; de asemenea se formează neutroni care pot provoca noi fisiuni (reacţie nucleară înlănţuită, v. 6.13.4).

Vanadiu, V (*Vanadis* = zeitate a mitologiei nordice). A fost descoperit în anul 1830 şi izolat în anul 1869. Vanadiul este destul de răspîndit în natură, dar în cantităţi mici. Mineralul principial este *patronitul* (V_2S_5, în amestec cu $SiO_2Al_2O_3$ şi asfalt) din Peru. Mai puţin răspîndit este *vanadinitul* $Pb_5[(VO_4)_3Cl]$. Vanadiul metalic se obţine greu în stare pură, prin metoda aluminotermică. Vanadiul pur are aspectul oţelului. Este foarte dur, rezistent la rupere şi greu fuzibil. Este atacat de acizii fluorhidric şi azotic şi de apa regală. Important este aliajul ferovanadiu, folosit pentru fabricarea de oţeluri speciale cărora le măreşte duritatea, elasticitatea şi rezistenţa la rupere. Compuşi importanţi sînt vanadaţii, folosiţi la prepararea negrului de anilină şi la colorarea sticlei şi pentoxidul V_2O_5, întrebuinţat ca masă de contact în fabricarea acidului sulfuric.

Wolfram, W (nume părăsit: *tungsten*). A fost descoperit în anul 1783. În natură apare sub formă de wolframaţi, *wolframita*, amestec izomorf de $FeWO_4$ şi $MnWO_4$, *scheelitul*, $CaWO_4$, şi *stolzitul*, $PbWO_4$, mai rar ca trioxid, *tungstitul*, WO_3. Minereurile de wolfram sînt trecute prin diferite procedee în trioxid, din care, prin reducere cu hidrogen se obţine metalul pur sub formă de pulbere. Wolframul pulverizat este cenuşiu-negru. Prin topire devine alb, lucios. Este stabil faţă de aer şi umezeală, la temperatura obişnuită; prin încălzire se oxidează la WO_3. Singurul dizolvant pentru wolfram este amestecul de acid azotic şi acid fluorhidric. Datorită marii rezistenţe chimice şi a punctului de topire înalt, este folosit la fabricarea filamentelor pentru lămpile cu incandescenţă. Importantă este apoi utilizarea wolframului la fabricarea oţelurilor speciale, numite oţeluri rapide (7—9% W; 2—3% Cr) care nu se înmoaie la cald şi se folosesc de aceea la fabricarea de scule şi de plăci de blindaj. Carburile de wolfram, cenuşii, cu proprietăţi metalice, se caracterizează prin extraordinara lor duritate; se folosesc aliate cu cobalt (5%), sub numele de *metal vidia*, la fabricarea sculelor speciale.

Xenon, Xe (grec. *xenon* = străin). A fost descoperit în anul 1897, în aer, prin lichefierea şi distilarea fracţionată a argonului brut. Este cel mai greu şi cel mai rar dintre elementele din familia gazelor rare. În atmosferă este conţinut în cantităţi mici: 100 l aer conţin 0,008 cm^3 de xenon. Tuburile de descărcări electrice care conţin xenon prezintă o frumoasă strălucire albastră. Pentru combinaţiile Xe v. cap. 7.

Yterbiu, Yb (*Ytterby*, oraș în Suedia). Despre descoperirea yterbiului, v. Luteţiul. În afară de sărurile trivalente, incolore, derivînd de la oxidul Yb_2O_3, se mai cunosc și combinații ale yterbiului (II), în special un sulfat, $YbSO_4$, care se formează prin reducerea electrolitică a soluției sărurilor trivalente, în prezența ionilor de sulfat. Sulfatul de Yb (II) fiind greu solubil se poate separa astăzi ușor yterbiul de luteţiu, prin această reacție.

Ytriu, Y (*Ytterby*, oraș în Suedia). Ytriul apare în toate mineralele pămînturilor rare (v. Ceriu). Elementul liber s-a obținut prin reducerea clorurii cu potasiu. Mai tîrziu a fost obținut și prin electroliza unui amestec de clorură de ytriu și clorură de potasiu. Ytriul are luciu metalic și culoare cenușie, ca fierul. Se oxidează în aer umed, acoperindu-se cu un strat de hidroxid. Combinațiile ytriului au compoziții analoge celor ale aluminiului, dar oxidul are proprietăți mai bazice decît oxidul de aluminiu.

Zinc, Zn (grec. *Zink*). Zincul a fost recunoscut ca metal în anul 1746 și obținut prin încălzirea calaminei cu cărbune de lemn. Minereurile principale sînt *blenda*, ZnS, *smithsonita*, $ZnCO_3$ și *calamina*, $Zn_2SiO_4 \cdot H_2O$. Se găsesc minereuri de zinc la Băița (Bihor), Valea Roșie, Văratec, Capnic, Băiuț (Baia Mare) și în Munții Rodnei. Prin prăjire, sulfura de zinc se transformă în oxid, care apoi este redus cu cărbune și, în sfîrșit, distilat. Zincul este un metal cenușiu-albăstrui, lucios. La aer pierde luciul, acoperindu-se cu un strat protector de oxid. Este casant la temperatura ordinară; la 100—150°C devine maleabil; peste 200°C devine din nou casant. Duritatea este mică (2,5). În aer, arde cu flacără verde-albastră, dînd ZnO. Zincul este folosit în cantități mari, sub formă de tablă sau pentru acoperirea cu un strat subțire a obiectelor de fier (tablă, sîrmă, țevi) protejate astfel contra ruginii (obiecte „galvanizate). Zincul este folosit ca electrod negativ în unele baterii electrice. Sînt importante aliajele zincului cu cuprul și anume *alamele*. În laborator și în industrie se utilizează zincul ca agent reducător. Dintre compuși, oxidul de zinc, ZnO, este folosit, sub numele de *alb de zinc*, ca pigment pentru vopsele cu ulei.

Zirconiu, Zr (arab *zargun* = culoare de aur). A fost descoperit în mineralul *zircon* în anul 1789 și izolat în anul 1824. Mineralul cel mai răspîndit este silicatul de zirconiu; *zirconul* $ZrSiO_4$, din care se prepară celelalte combinații ale zirconiului. Zirconiul se găsește aproape în toate mineralele pămînturilor rare. Zirconiul metalic se prepară din tetraclorura respectivă, prin încălzire cu sodiu metalic, în vid, la 500°C. În stare pură a fost obținut de van Arkel, prin încălzirea la roșu a unui fir de wolfram, în atmosferă de ZrI_4. Zirconiul este un metal dur, lucios, rezistent la oxidare. Sub formă de pulbere sau fire subțiri arde, degajînd o cantitate mare de căldură. Aliajul ferozirconiu se folosește la desulfurarea și dezoxidarea oțelului.

Perspectivele sintezei de noi elemente

O examinare atentă a structurii electronice a atomilor arată că afară de seria lantanidelor ($Z = 58-71$) și a actinidelor ($Z = 90-103$) este posibilă o serie a superactinidelor ($Z = 122-153$). Proprietățile se pot prevedea conform legii lui Mendeleev. Între $Z = 104$ și $Z = 121$ se găsesc elementele denumite transactinide, interesante deoarece prezintă o „insulă" de stabilitate în jurul $Z = 114$ (ekaplumb) în special $Z = 110$ (număr de neutroni 184) (ekaplatin). Elementele se pot sintetiza prin reacții nucleare în acceleratori liniari pentru ioni grei (HILAC) și din elemente transuranice.

De exemplu Cf (C, *n*) 104; Cf (O, *n*) 104; Cm (Ar, *n*)114; Pu (Ca,*n*) 114; Th (Se, *n*, *p*) 123; U (Kr, *n*, *p*)127 etc. Pînă astăzi (iulie 1971) au fost obținute cu siguranță elementele $Z = 104$ și 105.

Structura electronică a elementelor grele se poate calcula cu ajutorul calculatoarelor electronice speciale.

6.4. SISTEMUL PERIODIC AL ELEMENTELOR ŞI PROPRIETĂŢILE LOR FIZICE ŞI CHIMICE

6.4.1. Sistemul periodic după Mendeleev

Perioada	Grupa I		Grupa II		Grupa III		Grupa IV		Grupa V		Grupa VI		Grupa VII		Grupa VIII	Grupa 0
	a	b	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a		
1	1 H															2 He
2	3 Li		4 Be			5 B		6 C		7 N		8 O		9 F		10 Ne
3	11 Na		12 Mg			13 Al		14 Si		15 P		16 S		17 Cl		18 Ar
4	19 K		20 Ca		21 Sc		22 Ti		23 V		24 Cr		25 Mn		26 Fe 27 Co 28 Ni	
		29 Cu		30 Zn		31 Ga		32 Ge		33 As		34 Se		35 Br		36 Kr
5	37 Rb		38 Sr		39 Y		40 Zr		41 Nb		42 Mo		43 Tc		44 Ru 45 Rh 46 Pd	
		47 Ag		48 Cd		49 In		50 Sn		51 Sb		52 Te		53 I		54 Xe
6	55 Cs		56 Ba		*57 La		72 Hf		73 Ta		74 W		75 Re		76 Os 77 Ir 78 Pt	
		79 Au		80 Hg		81 Tl		82 Pb		83 Bi		84 Po		85 At		86 Rn
7	87 Fr		88 Ra		** 89Ac											

*Lantanide

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu

**Actinide

90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100Fm	101Md	102 No	103 Lw

6.4.2. Inversiunile de masă atomică în sistemul periodic

Elementul	Ar	K	Co	Ni	Te	I	Th	Pa
Numărul atomic	18	19	27	28	52	53	90	91
Masa atomică	39,9	39,1	58,9	58,7	127,6	126,9	232	(231)

6.4.3. Sistemul periodic după Werner

Grupa / Perioada	I a	II a	III b	IV b	V b	VI b	VII b	VIII	I b	II b	III a	IV a	V a	VI a	VII a	0
1	1H															2 He
2	3 Li	4 Be									5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg									13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26Fe 27Co 28Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44Ru 45Rh 46Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57—71 Lantanide	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76Os 77Ir 78Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89-103 Actinide													

Nemetale ☐

6.4.5. Densitățile, coeficienții de dilatație liniară, punctele de topire și punctele de fierbere ale unor elemente comune

Simboluri și prescurtări folosite:

α = coeficient de dilatație liniară, (valoare medie între 0 și 100°C);
p.t. = punct de topire;
p.f. = punct de fierbere
am = amorf

Metalul	Densitatea $g \cdot cm^{-3}$	$\alpha \cdot 10^6$ grd^{-1}	p. t. °C	p. f. °C
Li	0,534	58	180	1330±5
Na	0,971	71	97,8	892
K	$0{,}862^{20}$; $0{,}83^{62}$	84	63,7	760
Rb	1,532 (crist.): $1{,}475^{38,5}$(liq.)	90	38,9	688
Cs	1,530	97	38,9	690
Be	1,85	12	1277	2770
Mg	$1{,}74^5$	26	650	1107
Ca	1,55	22	838	1440
Sr	2,6	—	768	1380
Ba	$3{,}5^{20}$	19	714	1640
B	2,34 (am)	8	(2030?)	(2550?)
Al	2,702	23,1	660,0	2450
Sc	3,0	—	1539	2730
Y	4,47	—	1509	2927
La	6,17	—	920	3470
Ce	3,92 (cub.) 6,67 (hex.)	—	795	3468
Pr	6,77	—	935	3127
Ti	4,5	—	1668	3260
Zr	6,49	14,3	1852	3580
Hf	13,1	—	2222	5400
Th	11,7	11,1	1750	3850
V	6,10	—	1900	3450
Nb	8,40	7,1	2468	3300
Ta	14,49 (pulb.); 16,6 (met.)	6,58	2996	5425
Cr	$7{,}19^{20}$	8,5	1875	2665
Mo	10,2	5,1	2610±10	5560
W	19,3	4,5	3410	5930
U	19,07	—	1132	3818 (arde)
Mn	7,43	—	1245	2150
Re	20,53	4	3180	5900
Fe	7,86	11,5	1536	3000
Co	8,9	11	1495	2900
Ni	8,9	12,5	1453	2730
Ru	12,2	10	2500	4900
Rh	12,4	9	1966±3	4500
Pd	$11{,}40^{22,5}$ 11,97	10,6	1552	3980

Metalul	Densitatea $g \cdot cm^{-3}$	$\alpha \cdot 10^6$ grd^{-1}	p. t. °C	p. f. °C
Os	22,6	7,0	3000	5500
Ir	22,5	6,58	2454	5300
Pt	21,45	8,94	1769	4530
Cu	8,96	16,5	1083	2595
Ag	10,497	18,7	960,8	2210
Au	19,291	14,2	1063	2970
Zn	7,14	14,1	419,47	906
Cd	8,642	31	320,9	767±2
Hg	13,546	—	38,87	356,58
Ga	$6{,}095^{20,8}$ (liq.); $5{,}904^{20,6}$ (crist.)	~18	29,78	1983
In	7,31	56	156,4	2000±10
Tl	11,85	29	302,5	1457±10
Si	cca 2,3 (grafitoidal)	~ 7	1414	2355
	$5{,}32^{20}$	6	937,4	(2830)
Sn	5,8 (cșiu. α)	12,8	231,89	2270
	7,28 (β)	24	—	—
Pb	$11{,}3437^{16}$	28	327,43	1725
P	2,20 (rș.); 4,82 (alb)	—	590/43 atm 44,1, arde > 34	280 (alb, rș.); arde>200 (rș)
As	$5{,}727^{14}$	~5	814/36 atm	613 p. subl.
Sb	$6{,}620^{25}$	10,8	630,5	1380
Bi	9,80	12,1	271,3	1560±5
Te	6,25 (romboedric) 6,00 (am.)	17,2	449,5	989,8

6.4.6. Proprietăți calorice, mecanice și electrice ale elementelor comune

Simboluri și prescurtări folosite:

$c_{p,20}$ — căldură specifică, la 20°C;
k_{30} — coeficientul de compresibilitate izotermă la 30°C:

$$k = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$$

λ — conductivitatea termică (coeficient de conductibilitate termică);
R_0 — rezistivitatea electrică specifică;
α_0 — coeficientul de temperatură al rezistenței specifice, la 0°C;
$\gamma_{30} = \frac{1}{R}\left(\frac{\partial R}{\partial p}\right)$ — coeficientul de presiune al rezistenței specifice, la 30°C;
χ_{18} — susceptibilitatea magnetică specifică, la 18°C;
E — modulul de elasticitate la întindere (Young);
G — modulul de elasticitate la răsucire;
B — duritatea Brinell.

6.4.6. (continuare)

Elementul	$c_{p,20}$ cal/g · grd	$k_{30} \cdot 10^6$ cm²/kgf	λ_0 cal/cm·s·grd	$R_e \cdot 10^6$ Ω · cm	$\alpha \cdot 10^3$ grd^{-1}	$\gamma_{30} \cdot 10^9$ cm²/kgf	$\chi_{18} \cdot 10^6$ cm³/g	$E \cdot 10^{-6}$ kgf/cm²	$G \cdot 10^{-6}$ kgf/cm²	B
Li	0,79	$8{,}6^{1)}$	0,17	8,55	4,90	$3{,}9^{2)}$	0,5	—	—	—
Na	0,295	$14{,}2^{1)}$	0,32	4,34	5,5	$-71{,}5^{2)}$	0,66	—	0,019	0,07
K	0,177	$23{,}2^{1)}$	0,23	6,38	5,4	$-187^{2)}$	0,53	—	0,0068	0,037
Rb	0,080	$32{,}8^{1)}$	—	11	5,3	$-196^{2)}$	0,23	—	—	0,022
Cs	—	$36{,}4^{1)}$	—	19	5	$-213^{2)}$	0,23	—		0,015
Be	0,450	0,784	0,38	6,6	6,7	−1,39	−0,79	—	—	60
Mg	0,250	3	0,38	4,18	4,1	−5,75	−0,49	0,29	—	—
Ca	0,149	—	0,3	4,3	4,2	$8{,}7^{2)}$	1,1	0,23	—	13
Sr	0,176	—	—	23	3,8	$47{,}5^{2)}$	−0,2	—	—	—
Ba	0,068	—	—	63	—	−13,2	0,147	—	—	42
B	0,309	0,5	—	cca. $1 \cdot 10^{12}$	—	—	−0,63	—	—	—
Al	0,215	1,4	0,50	2,41	4,7	4,73	0,60	cca. 0,77	cca. 0,276	16
Sc	0,13	—	0,015	67	—	—	—	—	—	—
Y	0,071	—	0,035	52	—	—	—	—	—	—
La	0,045	3,513	0,035	60	—	−2,37	—	—	—	36
Ce	0,042	4,563	0,026	78	—	2,9	15,35	—	—	21
Pr	0,048	3,38	0,028	67	—	−1,44	25,2	—	—	25
Ti	0,126	0,797	—	43,5	4,3	—	3,19	—	—	160
Zr	0,066	1,097	—	cca 41,0	4,4	−0,797	1,34	—	—	80
Hf	0,035	0,901	0,22	30	4,4	—	—	—	—	—
Th	0,034	1,818	—	18	3,9	1,30	0,57	—	—	40
V	0,120	0,609	—	15	4	−3,49	4,5	—	—	260
Nb	0,0645	0,570	0,125	13	4	−1,40	2,28	—	—	250
Ta	0,036	0,479	0,13	12,4	3,5	1,58	0,93	1,91	0,63	30
Cr	0,105	—	0,16	cca 12,8	—	$-(0{,}75)^{2)}$	3,7	—	—	70
Mo	0,061	0,46	0,35	5,03	4,7	$-1{,}45^{2)}$	0,95	—	1,7	160
W	0,0321	0,3	0,40	4,91	4,8	—	0,284	3,9	1,45	250
U	0,028	0,966	0,064	30,6	2,1	−(4,36)	2,6	—	—	(470)
Mn	0,115	0,84	0,12	10	0,17	−7,28	7,53	—	—	—
			—	91	1,36	—	—	—	—	—
			—	23	5,30	—	—	—	—	—
Re	0,0327	—	0,17	19,8	3,1	—	0,046	—	—	250
Fe	0,108	0,587	0,18	10,0	6,6	−2,61	—	2,12	0,8	45
Co	0,099	0,539	0,17	5,06	6,6	−1,12	—	cca. 1,8	0,78	125
				4,7	—	—	—	—	—	—
Ni	0,1065	0,529	0,22	6,05	6,7	−2,06	—	2,04	cca. 0,76	70
Ru	0,057	0,342	—	10,00	—	—	0,427	—	—	220
Rh	0,0592	0,3606	0,21	4,3	4,4	−1,86	1,08	2,80	—	110
Pd	0,058	0,519	0,17	10,88	3,8	−2,15	5,15	1,15	0,49	50
Os	0,0310	—	—	9,66	4,2	—	0,052	—	—	—
Ir	0,031	0,3	0,14	4,58	4,1	−1,44	0,133	5,3	—	—
Pt	0,0318	0,36	0,17	9,8	3,92	2,09	0,982	1,7	—	50
Cu	0,0915	0,719	0,94	1,55	4,3	−2,3	−0,086	1,25	0,45	50
Ag	0,0559	0,9	1,00	1,49	4,1	−3,91	−0,18	0,8	0,27	20
Au	0,0309	0,577	0,71	2,34	4,0	−3,31	−0,139	0,81	0,285	—
Zn	0,0915	0,664	0,27	6,0	4,2	−6,65	−0,15	1,3	0,35	35

Elementul	$c_{p,20}$ cal/g · grd	$k_{30} \cdot 10^1$ cm²/kgf	λ_0 cal/cm. ·s · grd	$R_0 \cdot 10^6$ Ω · cm·	$\alpha_0 \cdot 10^3$ grd^{-1}	$\gamma_{30} \cdot 10^6$ cm²/kgf	$\chi_{18} \cdot 10^6$ cm³/g	$E \cdot 10^{-6}$ kgf/cm²	$G \cdot 10^{-6}$ kgf/cm²	B
Cd	0,0552	—	0,22	6,85	4,2	−8,7	−0,183	0,509	0,23	35
Hg	0,0333	—	0,02	94,07	0,99	—	−0,167	—	—	—
Ca	0,079	—	—	17,3	3,9	−3,8	−0,225	—	—	—
In	0,057	—	0,057	9,0	4,9	−13,1	−0,1	—	—	1
Tl	0,0316	3,4	0,093	18,2	5,2	−14,0	−0,215	—	—	3
Si	0,162	—	0,20	10^5	—	—	−0,12	1,15	—	—
Ge	0,0727	1,411	0,14	cca $8,9 \cdot 10^4$	1,4	—	−0,114	—	—	—
Sn	0,0541	0,567	0,16	—	—	—	0,026	0,55	0,066	4
	—			11,3	4,6	−10,3	—	—	—	—
Pb	0,0309	2,37	0,089	21,8	4,2	−15,2	−0,12	0,20	0,075	3
P	0,177	—	—	$48 \cdot 10^4$	−4,6	—	—	—	—	—
As	0,0787	—	—	34,4	4,7	—	0,30	—	—	—
Bi	0,0340	2,9	0,02	101	4,5	7,5	−1,08[3]	0,33	0,12	9
Sb	0,0496	2,4	0,05	38,6	5,4	1,05	−0,94	0,80	0,20	30
Te	0,047	1,5	0,014	$6 \cdot 10^4$	—	—	−0,31	0,42	0,16	—

---

[1] Variația de volum relativă, calculată din compresibilitatea la 5 000 atm.

[2] La 0°C.

[3] Paralel cu axa de simetrie ternară a cristalului (valoarea medie) este dată de:

$$\chi = \frac{\varkappa_{I} + \varkappa_{II}}{2} = -1{,}32 \cdot 10^{-6}$$

6.5. STRUCTURA ELECTRONICĂ A ATOMILOR

Tabelul 6.5.1 conține repartiția electronilor în orbitalii atomici ai elementelor în starea fundamentală.

Aceste date sînt determinate empiric prin aplicarea următoarelor restricții: principiul de excludere a lui Pauli, cuantificarea stărilor electronice (tabelul 6.5.2) și condiția de energie minimă a stării fundamentale. Datele din tabel sînt verificate experimental prin studiul spectrelor atomice, prin măsurările potențialelor de ionizare (v. tabelul 6.6.1) care arată existența unor trepte de stabilitate a orbitalilor în funcție de numărul electronilor și prin studiul comportării chimice. Ca o completare a tabelului se observă că studiul spectrelor atomice a condus la stabilirea regulii lui Hund: electronul care ocupă succesiv orbitalii p, d, f, în stare fundamentală, se așază în cazurile cuantice cu spinii paraleli.

Astfel, atomul de carbon corespunde la structura $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1$; atomul de azot, la structura $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$, pe cînd structurile C($1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2$), respectiv N($1s^2\ 2s^2\ 2p_y^1$) corespund unor stări excitate.

Teoria cuantică a atomului permite interpretarea sistemului periodic al elementelor; ea nu a reușit să depășească în posibilitățile de prevedere legea periodicității, dar explică anomaliile observate de exemplu inversiunile din tabelul 6.4.2, arătînd semnificația profundă a numărului atomic Z.

Structura electronică a unui atom Z este derivată, din aproape, în aproape din cea a atomului $Z-1$, presupunînd că noul electron intră în orbitalul disponibil cu cea mai mică energie.

Tabelul permite să se observe seriile metalelor tranziționale Sc-Zn, Y-Cd, La, Hf-Hg și seriile lantanidelor și actinidelor. Valorile în paranteze sînt nesigure.

Tabelul 6.5.3 reprezintă sistemul periodic în forma electronică care corespunde comportării chimice; se observă cele trei tipuri de elemente:

a) elemente reprezentative cu electronul distinctiv în nivelul energetic superior (metale și nemetale);

b) elemente de tranziție;

c) elemente din seria pămînturi rare, lantanide și actinide (tranziție internă).

6.5.1. Repartiția electronilor în starea normală a atomilor

Elementul	Numărul atomic	Stratul																	
		K	*L*		*M*			*N*				*O*				*P*			*Q*
		Orbita																	
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	7s
H	1	1																	
He	2	2																	
Li	3	2	1																
Be	4	2	2																
B	5	2	2	1															
C	6	2	2	2															
N	7	2	2	3															
O	8	2	2	4															
F	9	2	2	5															
Ne	10	2	2	6	(3s)	(3p)	(3d)												
Na	11	2	2	6	1														
Mg	12				2														
Al	13				2	1													
Si	14				2	2													
P	15	(10 miez de Ne)			2	3													
S	16				2	4													
Cl	17				2	5													
Ar	18				2	6		(4s)	(4p)	(4d)	(4f)								
K	19	2	2	6	2	6	...	1											
Ca	20						...	2											
Sc	21						1	2											
Ti	22						2	2											
V	23						3	2											
Cr	24	(18, miez de Ar)					5	1											
Mn	25						5	2											
Fe	26						6	2											
Co	27						7	2											
Ni	28						8	2											
Cu	29	2	2	6	2	6	10	1											
Zn	30							2											

6.5.1 (continuare)

Elementul	Numărul atomic	Stratul																	
		K	*L*		*M*			*N*				*O*				*P*			*Q*
		Orbita																	
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	7s
Ga	31							2	1										
Ge	32							2	2										
As	33	(28, miez de Cu)						2	3										
Se	34							2	4										
Br	35							2	5										
Kr	36							2	6			(5s)	(5p)	(5d)					
Rb	37	2	2	6	2	6	10	2	6			1							
Sr	38											2							
Y	39									1		2							
Zr	40									2		2							
Nb	41									4		1							
Mo	42	(36, miez de Kr)								5		1							
Tc	43									(6)		(1)							
Ru	44									7		1							
Rh	45									8		1							
Pd	46									10									
Ag	47	2	2	6	2	6	10	2	6	10	...	1							
Cd	48											2							
In	49											2	1						
Sn	50											2	2						
Sb	51	(46, miez de Ag)										2	3						
Te	52											2	4						
I	53											2	5						
Xe	54											2	6			(6s)	(6p)	(6d)	
Cs	55	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6	...		1			
Ba	56	(54, miez de Xe)														2			
La	57													1		2			
Ce	58	2	2	6	2	6	10	2	6	10	(1)	2	6	(1)		(2)			
Pr	59										(2)			(1)		(2)			
Nd	60										(3)			(1)		(2)			
Pm	61										(4)			(1)		(2)			
Sm	62										(5)			(1)		(2)			
Eu	63										(6)			(1)		2			
Gd	64										(7)			(1)		2			
Tb	65	(46, La)									(8)	(8, La)		(1)		(2)			
Dy	66										(9)			(1)		(2)			
Ho	67										(10)			(1)		(2)			
Er	68										(11)			(1)		(2)			
Tm	69										12			1		2			
Yb	70										13			1		2			
Lu	71										14			1		2			

Elementul	Numărul atomic	Stratul																	
		K	L		M			N				O				P			Q
		Orbita																	
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	7s
Hf	72	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	2		2			
Ta	73													3		2			
W	74													4		2			
Re	75													5		2			
Os	76	(68, miez de Hf)												6		2			
Ir	77													9					
Pt	78													9		1			
Au	79	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		1			
Hg	80															2			
Tl	81															2	1		
Pb	82															2	2		
Bi	83	(78, miez de Au)														2	3		
Po	84															2	4		
At	85															2	5		
Rn	86															2	6		
Fr	87	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	...	2	6	...	1
Ra	88																		2
Ac	89	(86, miez de Ra)																(1)	(2)
Th	90	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	(1)	2	6	(1)	(2)
Pa	91														(2)			(1)	(2)
U	92														(3)			(1)	(2)
Np	93	(78, miez de Ac)													(4)	(8, Ac)		(1)	(2)
Pu	94														(5)			(1)	(2)
Am	95														(6)			(1)	(2)
Cm	96														(7)			(1)	2
Bk	97														(8)			(1)	(2)
Cf	98														(10)				(2)
Es	99														11				2
Fm	100														12				2
Md	101														13				2
No	102														14				2
Lw	103																		

6.5.2. Distribuția electronilor în nivelele cuantice

Numerele cuantice					Numărul de electroni $2n^2$
Principal n	Orbital l	Simbolul	Magnetic m	Spin s	
1	0	*s*	0	$\pm\frac{1}{2}$	2
(*K*)					
2	0	*s*	0	$\pm\frac{1}{2}$	
1	1	*p*	0	$\pm\frac{1}{2}$	
			+1	$\pm\frac{1}{2}$	
			−1	$\pm\frac{1}{2}$	
(*L*)					2 + 6 = 8
3	0	*s*	0	$\pm\frac{1}{2}$	
(*M*)	1	*p*	0	$\pm\frac{1}{2}$	
			+1	$\pm\frac{1}{2}$	
			+1	$\pm\frac{1}{2}$	
	2	*d*	0	$\pm\frac{1}{2}$	
			+1	$\pm\frac{1}{2}$	
			−1	$\pm\frac{1}{2}$	
			+2	$\pm\frac{1}{2}$	
			−2	$\pm\frac{1}{2}$	2 + 6 + 10 = 18
4	0	*s*	0	$\pm\frac{1}{2}$	
(*N*)	1	*p*	0	$\pm\frac{1}{2}$	
			+1	$\pm\frac{1}{2}$	
			−1	$\pm\frac{1}{2}$	
	2	*d*	0	$\pm\frac{1}{2}$	
			+1	$\pm\frac{1}{2}$	
			−1	$\pm\frac{1}{2}$	
			+2	$\pm\frac{1}{2}$	
			−2	$\pm\frac{1}{2}$	
	3	*f*	0	$\pm\frac{1}{2}$	
			+1	$\pm\frac{1}{2}$	
			−1	$\pm\frac{1}{2}$	
			+2	$\pm\frac{1}{2}$	
			−2	$\pm\frac{1}{2}$	
			+3	$\pm\frac{1}{2}$	
			−3	$\pm\frac{1}{2}$	2 + 6 + 10 + 14 = 32

6.5.3. Sistemul periodic în formă electronică

Perioada	Elementele reprezentative								Elemente de tranziție										Elemente din pămînturi rare				
	Electronul dinstictiv în nivelul cel mai înalt								Electronul distinctiv în nivelul II, după cel mai înalt										Electronul distinctiv în nivelul III, după cel mai înalt				
1	1 H	2 He																					
2	3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne															
3	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar															
4	19 K	20 Ca							21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn					
			31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr															
5	37 Rb	38 Sr							39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pb	47 Ag	48 Cd					
			49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe															
6	55 Cs	56 Ba							57 La										58 Ce	59 Pr	60…69	70 Yb	71 Lu
										72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg					
			81 Ti	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn															
7	87 Fr	88 Ra							89 Ac										90 Th	91 Pa	92–101	102 No	103 Lw

6.6. POTENŢIALELE DE IONIZARE ALE ELEMENTELOR

Tabelele 6.6.1 şi 6.6.2. conţin potenţialele de ionizare ale elementelor, în volţi, determinate prin măsurarea vitezei minime (v) a electronilor care produc ionizarea conform ecuaţiei:

$$\frac{1}{2} mv^2 = eV$$

în care $\frac{1}{2} mv^2$ este energia cinetică a electronului şi V potenţialul de ionizare iar e, sarcina electrică elementară; m, masa electronului. Potenţialul de ionizare este determinat şi prin efectul fotoelectric măsurînd frecvenţa minimă limită (ν) de apariţie a ionizării conform ecuaţiei:

$$h\nu = eV$$

şi prin metoda, cea mai exactă, a limitei seriilor spectrale (v. vol. III).

Tabelul 6.6.1 indică potenţialele de ionizare ale atomilor şi ionilor pentru reacţiile succesive de ionizare. Notaţiile spectroscopice corespund la X I (atom neutru), X II (atom monoionizat) X III (atom biionizat) etc. (v. cap. 1). Gazele rare din grupa zero prezintă valorile maxime ale potenţialelor de ionizare şi cele mai mici, grupei metalelor alcaline (I a). Variaţia potenţialelor succesive arată discontinuităţile legate de structura electronică a atomilor (v. 7.5) şi de valenţa electrochimică anumită (v. tabelul 6.4). Valorile din paranteze sînt nesigure.

Tabelul 6.6.2 conţine potenţialele de ionizare ale unor molecule pentru diferite reacţii posibile. Pentru potenţialele de ionizare ale combinaţiilor v. vol. III.

Energiile de ionizare în electron-volţi (eV) sînt numeric egale cu potenţialul în volţi.

În tabelul 6.6.3 sînt prezentate secţiunile eficace totale de ciocnire ale unor elemente cu electronii, în unităţi de suprafaţă a primei orbite Bohr ($\pi a_0^2 = 0{,}88 \cdot 10^{-16}$ cm^2) la diferite viteze (exprimate prin rădăcina pătrată a potenţialului de accelerare V).

În tabelul 6.6.4 sînt prezentate secţiunile eficace de ionizare cu electroni ale unor elemente, exprimate în unităţi $\pi a_0^2 = 0{,}88 \cdot 10^{-16}$ cm^2, la diferite potenţiale de accelerare V.

6.6.1. Potenţiale de ionizare ale atomilor, în V

Elementul		I → II	II → III	III → IV	IV → V	V → VI	VI → VII	VII → VIII	VIII → IX
Numărul atomic	Simbolul								
1	H	13,54	—	—	—	—	—	—	—
2	He	24,48	54,16	—	—	—	—	—	—
3	Li	5,37	75,3	121,9	—	—	—	—	—
4	Be	9,30	18,12	153,1	216,6	—	—	—	—
5	B	8,28	24,99	37,70	258,0	338,5	—	—	—
6	C	11,24	24,28	47,55	64,1	390,1	487,4	—	—
7	N	14,51	29,41	47,36	77,0	97,3	549	663	—
8	O	13,57	34,75	54,8	77,5	113,3	137,3	735	867
9	F	17,46	34,71	62,3	87,3	114,8	156,5	184,2	949
10	Ne	21,47	40,67	63,2	97,1	127,0	159,1	206,6	237,9
11	Na	5,09	46,65	71,3	99,0	139,1	173,9	210,5	263,6
12	Mg	7,63	15,10	79,4	109,4	142,2	188,5	227,9	269,0
13	Al	5,94	18,85	28,35	119,6	154,9	192,7	245,1	289,2
14	Si	8,14	16,29	33,35	44,84	167,4	207,9	250,5	309,1
15	P	10,43	19,75	30,08	51,1	64,6	222,8	268,3	315,7
16	S	10,42	23,25	34,89	47,32	72,2	87,5	285,7	336,2
17	Cl	13,01	23,85	39,67	53,5	68,0	96,5	113,8	356,1

6.6.1. (continuare)

Elementul		I → II	II → III	III → IV	IV → V	V → VI	VI → VII	VII → VIII	VIII → IX
Numărul atomic	Simbolul								
18	Ar	15,68	27,64	40,94	59,7	75,7	92,1	124,1	143,2
19	K	4,32	31,45	46,00	61,7	83,3	101,4	119,7	155,0
20	Ca	6,25	11,87	51,1	68,1	86,1	110,5	130,6	150,7
21	Sc	6,7	12,8	26,19	74,5	93,9	114,2	141,3	163,4
22	Ti	6,81	13,6	28,39	45,40	101,7	123,5	145,9	175,7
23	V	6,74	15,13	30,31	48,35	68,7	132,8	156,9	181,3
24	Cr	6,7	16,41	32,12	50,9	72,4	96,0	167,6	193,9
25	Mn	7,41	14,5	33,97	53,4	75,8	100,7	127,4	206,3
26	Fe	7,83	15,9	31,69	55,9	79,0	104,9	133,1	162,8
27	Co	7,8	17,47	33,77	53,2	82,2	108,9	138,2	169,6
28	Ni	7,6	18,88	35,92	56,0	79,1	112,9	143,1	175,7
29	Cu	7,67	20,33	37,93	58,9	82,7	109,3	148,0	181,5
30	Zn	9,37	18,04	40,00	61,6	86,3	113,7	148,8	187,5
31	Ga	5,97	20,39	30,66	64,3	89,8	118,3	149,2	182,7
32	Ge	8,10	15,95	33,68	45,51	93,3	122,6	154,7	189,1
33	As	10,05	18,88	28,30	49,25	62,6	127,0	159,9	195,7
34	Se	9,75	21,57	32,11	43,03	67,1	81,9	165,3	201,9
35	Br	11,82	24,47	35,60	47,77	60,1	87,2	103,5	208,2
36	Kr	13,94	24,28	35,71	52,1	65,9	79,6	109,6	127,3
37	Rb	4,19	27,14	39,32	52,5	71,1	86,4	101,5	134,3
38	Sr	5,68	10,86	42,98	56,9	71,7	92,7	109,4	125,8
39	Y	6,6	12,3	20,46	61,5	77,1	93,5	116,7	134,8
40	Zr	6,92	13,97	22,64	34,83	82,6	99,9	117,9	143,2
41	Nb	—	13,48	24,7	37,7	51,9	106,3	125,3	144,7
42	Mo	7,2	[15,17]	27,00	40,53	55,6	71,7	132,7	153,2
44	Ru	7,5	16,37	28,62	46,52	62,9	80,6	99,6	119,3
45	Rh	7,7	18,07	31,03	45,63	66,7	85,2	105,0	125,8
46	Pd	8,30	19,85	33,36	48,77	65,6	89,9	110,5	132,2
47	Ag	7,58	21,50	35,79	51,8	69,6	88,7	116,2	138,7
48	Cd	8,94	16,80	38,00	55,0	73,4	93,5	114,7	145,5
49	In	5,76	18,76	27,85	57,8	77,4	98,2	120,5	143,7
50	Sn	7,54	14,56	30,45	40,72	80,9	103,1	126,1	150,5
51	Sb	8,35	17,01	25,22	44,02	55,4	107,3	132,0	157,2
52	Te	8,89	19,33	28,39	37,73	59,5	71,9	137,0	164,1
53	I	10,43	19,11	31,40	41,70	52,1	76,8	90,2	170,0
54	Xe	12,08	21,18	31,33	45,46	56,9	68,3	96,0	110,4
55	Cs	3,86	23,37	33,97	45,55	61,5	74,1	86,4	117,1
56	Ba	5,21	9,96	36,75	48,80	61,8	79,5	93,1	106,4
57	La	5,59	11,38	19,1	52,2	65,7	80,0	99,5	114,1
58	Ce	6,54	—	—	33,3	69,7	84,6	100,2	121,5
59	Pr	5,76	—	—	—	—	89,3	105,5	122,4
60	Nd	6,31	—	—	—	—	—	111,0	128,5
62	Sm	6,55	—	—	—	—	—	—	—
63	Eu	5,64	—	—	—	—	—	—	—
64	Gd	6,65	—	—	—	—	—	—	—
65	Tb	6,74	—	—	—	—	—	—	—
66	Dy	6,82	—	—	—	—	—	—	—
70	Yb	7,06	—	—	—	—	—	—	—

6.6.1. (continuare)

Elementul		I → II	II → III	III → IV	IV → V	V → VI	VI → VII	VII → VIII	VIII → IX
Numărul atomic	Simbolul								
73	Ta	—	—	22,27	33,08	—	—	—	—
74	W	—	—	24,08	35,36	—	—	—	—
75	Re	7,8	13,17	25,96	37,71	50,6	64,5	79,0	—
78	Pt	8,8	17,37	28,55	41,13	54,8	75,3	91,9	109,3
79	Au	9,20	18,84	30,46	43,52	57,8	73,1	96,4	114,4
80	Hg	10,41	18,55	32,43	45,98	60,8	76,9	93,7	119,7
81	Tl	6,08	20,29	29,63	48,50	63,9	80,5	98,2	116,5
82	Pb	7,37	14,91	31,97	42,46	67,1	84,3	102,6	121,8
83	Bi	7,25	16,72	25,41	45,46	57,0	88,1	107,0	127,0
86	Rn	10,69	20,02	29,78	43,78	55,1	66,8	96,7	111,2
88	Ra	5,21	10,19	34,26	46,41	58,5	76,0	89,3	102,8
90	Th	—	—	29,4	—	—	—	—	—

6.6.2. Potențiale de ionizare ale moleculelor (în V)

Elementul	Reacția probabilă	Potențialul	Elementul	Reacția probabilă	Potențialul
H_2	$H_2 \rightarrow H_2^+$	15,6	I_2	$I_2 \rightarrow I_2^+$	9,7
	$H_2 \rightarrow H^+ + H$	17,9		$I_2 \rightarrow I^+ + I$	9,7
O_2	$O_2 \rightarrow O_2^+$	12,5	N_2	$N_2 \rightarrow N_2^+$	15,51
	$O_2 \rightarrow O^+ + O$	18,7		$N_2 \rightarrow N^+ + N$	22,7
F_2		17,8 (calc.)	C_2	$C_2 \rightarrow C_2^+$	12,0
Cl_2		13,2	S_2		10,7
Br_2		12,8			

6.6.3. Secțiunea eficace de ciocnire a electronilor cu elementele

(în $\pi a_0^2 = 0,88 \cdot 10^{-16} cm^2$)

Gazul	Secțiunea eficace la diferite viteze, $\sqrt{V}$ Volt											
	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
He	6,3	6,3	6,2	5,6	4,6	3,5	2,6	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2
Ne	1,0	1,9	2,5	2,8	3,5	3,7	3,7	3,6	3,5	3,4	3,0	2,9
Ar	0,6	0,6	4,0	8,5	21	22	15	11	8	7,5	7	6,5
Kr	2,0	1,0	6,0	15	30	29	20	14	11,5	9	8	7,5
Xe	7,5	20	15	33	43	32,5	22,5	16	—	—	—	—
Na	—	280	380	180	130	110	85	65	50	48	46	35
K	—	450	420	270	220	160	125	80	60	50	50	40
Rb	—	374	390	329	220	170	142	85	68	51	45	43
Cs	—	470	675	350	300	230	160	135	100	80	67	46

6.6.3 (continuare)

Gazul	Secţiunea eficace de ciocnire, la diferite viteze $\sqrt{V}$, Volt											
	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cd	—	—	—	—	54	43	40	41,5	39	34	31	29
Zn	—	—	—	80	45	35	27	24	23	23	23	21,5
Hg	—	80	70	55	23	18	18	20	20	18,5	18	17,5
Tl	—	6	10	16	12,5	11	9,5	9,0	8,8	8,0	7,0	6,2
H	—	—	—	—	—	6	7,6	8,6	9,0	—	—	—
N_2	17	10	29	13	12	12,5	14	13	11,5	—	—	—
O_2	6	7	7,5	8	11	12	12	12	—	—	—	—
H_2	—	15	17	16	10,5	7	5,5	4	3,5	—	—	—

6.6.4. Secţiunea eficace de ionizare a elementelor cu electroni

(în $\pi a_0^2 = 0{,}88 \cdot 10^{-16}\,\text{cm}^2$)

Gazul	Secţiunea eficace la potenţialul de accelerare, în V					
	50	100	200	300	400	500
He	0,23	0,4	0,34	0,28	0,25	0,23
Ne	0,46	0,85	0,89	0,77	0,68	0,61
Ar	3,6	3,3	2,7	2,4	1,9	1,7
H_2	1,1	1,1	0,8	0,66	0,56	0,48
Hg	6,6	5,7	4,0	3,15	2,6	—
N_2	2,5	3,3	2,9	2,4	2,1	1,8
O_2	2,5	3,3	3,0	2,5	2,1	1,8

6.7. AFINITATEA PENTRU ELECTRONI

Tabelul conţine afinităţile pentru electron a cîtorva elemente, corespunzătoare energiei reacţiilor de ionizare de tipul: $X + e^- = X^-$.

Afinitatea este exprimată în electron-volţi, numeric egală cu potenţialul în volţi.

Valorile din tabel sînt cuprinse în intervalul de determinare prin diferite metode:

— prin extrapolarea potenţialului de ionizare a ionilor pozitivi (v. 6.6) uşor de determinat, pentru ioni cu acelaşi număr de electroni, dar cu Z diferit;

— prin determinările constantei de echilibru a reacţiilor de ionizare negativă (numai pentru Br şi I);

— prin bilanţul energetic din ciclul de transformări Haber Born pentru F, Cl, Br şi I);

— prin calculul cuantic (în cazul H şi Li).

Pentru reacţiile cu electroni hidrataţi v. cap. 3 şi vol. III.

Trebuie să se remarce că afinitatea de electron, măsoară afinitatea de electron — electronegativitatea — a atomilor neutri, iar electronegativitatea (v. 6.8.) măsoară afinitatea pentru electron a atomilor legaţi.

Tabelul arată improbabilitatea de obţinere a ionilor negativi a N, He, Ne.

6.7.

Elementul	Afinitatea, V	Elementul	Afinitatea, V
H	0,70—0,76	N	0,04
(He)	—0,53	P	0,15
(Ne)	—0,20	O	3,80
Li	0,34—0,54	S	2,06
Na	0,08	F	3,94—4,13
Hg	1,79	Cl	3,70—3,79
C	1,37	Br	3,60—3,82
Si	0,60	I	3,20

6.8. ELECTRONEGATIVITATEA ELEMENTELOR

Electronegativitatea reprezintă afinitatea pentru electroni a atomilor legați (v. 6.7) și deci permite caracterizarea distribuției asimetrice a sarcinii electronice între doi atomi. În cazul simplu al moleculei A—B, teoria legăturilor de valență (v. vol. III) o reprezintă prin funcția de undă ψ rezultată prin combinarea liniară a funcțiilor de undă a structurilor: covalentă și ionice: A—B, A^+B^-, A^-B^+ etc. deci:

$$\psi = C_1\psi_1(A - B) + C_2\psi_2(A^+B^-) + C_3\psi_3(A^-B^+)$$

Dacă $C_3 > C_2$, A are o electronegativitate superioară lui B, iar dacă $C_2 = C_3$, ambii atomi au aceeași electronegativitate; în cazul cînd $C_2 = C_3 = 0$, legătura chimică în moleculă corespunde unei covalențe pure (100%). Caracterul ionic al legăturii între A și B depinde deci de diferența dintre electronegativitățile lui A și B.

Reprezentarea electronegativităților se face după mai multe metode. În metoda lui Pauling se consideră că energia de legătură $E_{(A-B)}$ este constituită din energia de covalență pură $\frac{1}{2}(E_{AA} + E_{BB})$, (semisuma energiilor de legătură a elementelor) și $\Delta_{(A-B)}$ energia extraionică, deci:

$$\Delta_{(A-B)} = E_{(A-B)} - \frac{1}{2}(E_{AA} + E_{BB})$$

În general $E_{(A-B)} > \frac{1}{2}(E_{AA} + E_{BB})$ și diferența $\Delta_{(A-B)}$ corespunde energiei eliberate la formarea combinației A—B în faza gazoasă:

$$\frac{1}{2}A_2 + \frac{1}{2}B_2 \rightarrow A - B$$

Se poate nota: $X_A - X_B = \sqrt{\Delta_{(A-B)}}$ ca diferență a electronegativităților atomilor legați A și B și considerînd arbitrar $X_H = 2{,}1$, pentru ca toate valorile să fie pozitive, se pot calcula electronegativitățile tuturor atomilor.

Electronegativitatea depinde de hibridizarea orbitalilor de legătură, permite interpretarea tăriei acizilor și bazelor organice, a distanței interatomice, a volatilității și solubilității, a tăriei legăturii de hidrogen, a potențialelor redox etc. (v. vol. II).

Mulliken definește electronegativitatea (X_M) prin semisuma potențialului de ionizare și a afinității pentru electron, a atomului respectiv (v. 6.6. și 6.7); între cele două scări se poate stabili relația:

$$X_P = \frac{X_M}{3{,}15}$$

Se poate stabili o valoare absolută a electronegativității (Rochon) considerînd forța de atracție electrostatică a nucleului asupra electronului la o distanță egală cu raza convalentă și ținînd seama de ecranarea celorlalți electroni din atomi (numărul atomic efectiv).

Tabelul 6.8.1 prezintă variația caracterului ionic al legăturii în funcție de diferența de electronegativitate iar tabelul 6.8.2 prezintă valorile electronegativităților (în rîndul de sus valorile Pauling, din date termochimice și în rîndul de jos cele din calcule electrostatice). Pentru gazele inerte datele sînt problematice. Valorile medii ale electronegativității sînt prezentate și în tabelul 6.4.

6.8.1. Variația caracterului ionic, cu diferența de electronegativitate

Diferența de electronegativitate	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Caracterul ionic al legăturii, %	0,5	1	2	4	6	9	12	15	19	22	26	30	34	39	43	47

Diferența de electronegativitate	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
Caracterul ionic al legăturii, %	51	55	59	63	67	70	74	76	79	82	84	86	88	89	91	92

6.8.2. Valorile electronegativității elementelor

H 2,1 2,2																	He 2,5—3
Li 0,97 0,98	Be 1,47 1,57											B 2,01 2,04	C 2,50 2,55	N 3,07 3,04	O 3,50 3,44	F 4,10 3,98	Ne 4,4
Na 1,01 0,93	Mg 1,23 1,31											Al 1,47 1,61	Si 1,74 1,90	P 2,06 2,19	S 2,44 2,58	Cl 2,83 3,16	Ar 3,5
K 0,91 0,82	Ca 1,04 1,00	Sc 1,20 1,36	Ti 1,32 1,54	V 1,45 1,63	Cr 1,56 1,66	Mn 1,60 1,55	Fe 1,64 1,83	Co 1,70 1,83	Ni 1,75 1,91	Cu 1,75 1,90	Zn 1,66 1,65	Ga 1,82 2,61	Ge 2,02 2,18	As 2,20 2,18	Se 2,48 2,55	Br 2,74 2,96	Kr 3,0
Rb 0,89 0,82	Sr 0,99 0,95	Y 1,11 1,22	Zr 1,22 1,33	Nb 1,23 —	Mo 1,30 2,16	Tc 1,36 —	Ru 1,42 —	Rh 1,45 2,28	Pd 1,35 2,20	Ag 1,42 1,93	Cd 1,46 1,69	In 1,49 1,78	Sn 1,72 1,96	Sb 1,82 2,05	Te 2,01	I 2,21 2,66	Xe 2,6
Cs 0,86 0,79	Ba 0,97 0,89	La¹) 1,08 1,10	Hf 1,23 —	Ta 1,33	W 1,40 2,36	Re 1,46	Os 1,52	Ir 1,55 2,20	Pt 1,44 2,28	Au 1,42 2,54	Hg 1,44 2,00	Tl 1,44 2,04	Pb 1,55 2,33	Bi 1,67 2,02	Po 1,76 —	At 1,90 —	Rn 2,3— —2,5
		Ac²) 1,0															

¹)	Ce 1,08 1,12	Pr 1,07 1,13	Nd 1,07 1,14	Pm 1,07 —	Sm 1,07 1,17	Eu 1,01 —	Gd 1,11 1,20	Tb 1,10 —	Dy 1,10 1,22	Ho 1,10 1,23	Er 1,11 1,24	Tm 1,11 1,25	Yb 1,06 —	Lu 1,14 1,27
²)	Th 1,11	Pa 1,14	U 1,22 1,38	Np 1,22 1,36	Pu 1,22 1,28									

6.9. RADIOACTIVITATEA NATURALĂ

Elementele radioactive naturale, cu numere atomice în intervalul $Z = 82-89$, în număr de circa 45, se dezintegrează prin emisie de particule α (elemente α-active) şi prin emisie de particule β (electroni) (elemente β-active) conform reacţiilor:

$${}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He}(\alpha) + {}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{X}'$$

respectiv:

$${}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow \beta^{(\bar{e})} + {}_{Z+1}^{A}\mathrm{X}$$

Trebuie să se observe că radioactivitatea naturală este datorită instabilităţii nuclizilor, care se dezintegrează spontan, fără intervenţia unui factor extern.

Electronii (ca şi pozitronii) nu există în nucleu dar apar din transformările nucleonilor:

$${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + \beta + \bar{\upsilon} \text{ (antineutrino)}$$

respectiv $\quad {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{2}n + \beta^{+} + \nu$ (neutrino) (v. cap. 4)

Nucleul rezultat printr-o emisie α sau β se găseşte în general într-o stare excitată care trece la starea normală prin emisie de fotoni γ.

În cazul dezintegrării cu emisie β^{+} (pozitroni):

$${}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow \beta^{+} + {}_{Z-1}^{A}\mathrm{X}'$$

iar în cazul capturii K, respectiv L, (care corespunde trecerii unui electron K, respectiv L, în nucleu):

$${}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}_{Z-1}^{A}\mathrm{X}'$$

Dezintegrarea radioactivă fiind un fenomen statistic se pot introduce valorile medii ale probabilităţii de transformare λ (respectiv a vieţii medii $1/\lambda$) a atomilor, conform ecuaţiei:

$$\frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

în care N_0 este numărul iniţial de atomi, N_t numărul de atomi la timpul t; λ constanta de dezintegrare. Produsul $A = \lambda N_t$ este activitatea radioactivă sau radioactivitatea nuclidului respectiv (v. unităţile în cap. 2). Pentru timpul de înjumătăţire $T_{\frac{1}{2}}$

$$N_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} N_0 \quad \text{deci} \quad \lambda T_{\frac{1}{2}} = 0{,}69315$$

Tabelul 6.9.1 conține datele de calcul pentru λ, in s^{-1}, cunoscînd valorile $T_{\frac{1}{2}}$ în diferite unități. Fig. 6.1. reprezintă variația în timp a activității surselor radioactive (N_t/N_0)

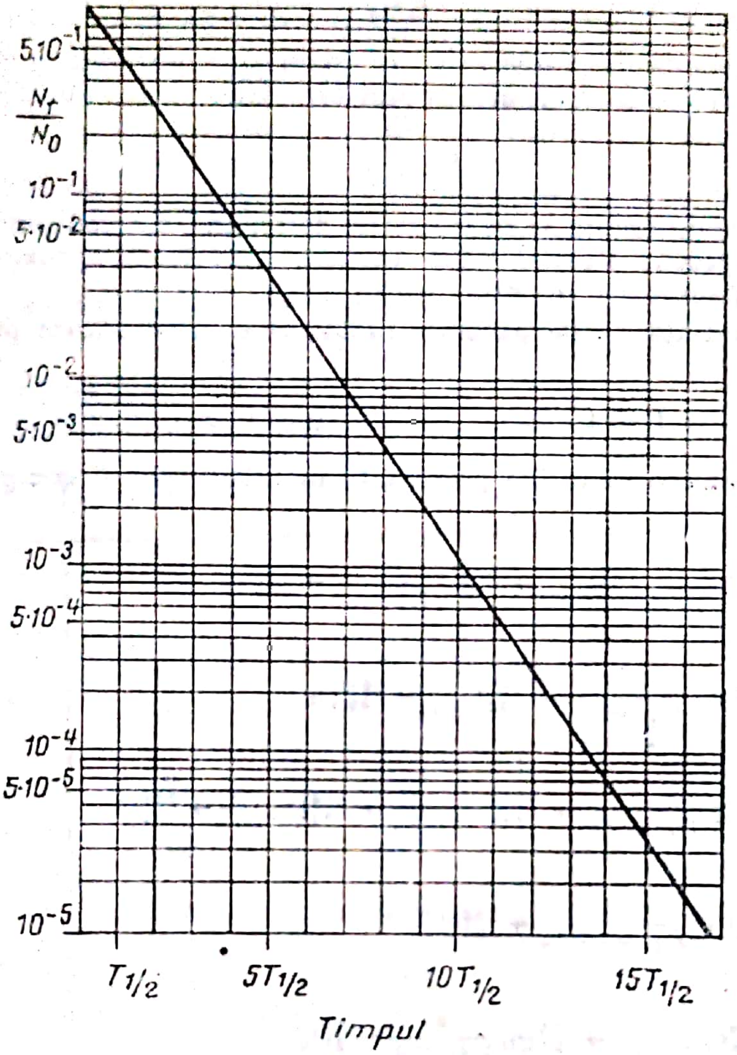


Fig. 6.1

Un nuclid are o radioactivitate cu atît mai mare cu cît $T_{\frac{1}{2}}$ este mai mic (λ mai mare).

Într-o serie de transformări radioactive, cinetica dezintegrării se studiază prin ecuații analoge cu cinetica reacțiilor succesive de ordinul I (v. vol. III). Pentru cazul simplificat a doi nuclizi $X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow X$ stabil se poate scrie deci relația:

$$N_2(t) = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} N_{1(0)} \left(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}\right)$$

După un interval lung de timp, pentru $\lambda_1 > \lambda_2$:

$$N_2(t) = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} N_{1(0)}\, e^{-\lambda_2 t},$$

pentru $\lambda_1 < \lambda_2$:

$$\frac{\lambda_2 N_2}{\lambda_1 N_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} > 1 \text{ (constant)}$$

raportul activităților este constant, iar pentru $\lambda_1 \ll \lambda_2$:

$$\frac{\lambda_2 N_2}{\lambda_1 N_1} = 1$$

ceea ce corespunde echilibrului radioactiv. În cazul cînd nuclidul inițial are o constantă de dezintegrare cu mult mai mică decît oricare din toți descendenții săi din serie, se poate arăta că:

$$\lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2 = \ldots$$

Vîrsta mineralelor de uraniu se poate astfel determina din conținutul în ^{206}Pb, corespunzător echilibrului respectiv. Tabelul 6.9.2 permite o evaluare aproximativ rapidă a vîrstei mineralelor din conținutul de plumb.

Tabelul 6.9.3 prezintă seriile naturale radioactive caracterizate prin numerele de masă ale nuclizilor:

$$A = 4n + x \quad (x = 0,\ x = 1,\ x = 2,\ x = 3)$$

Trebuie să se remarce că seriile prezentate în tabele pot fi completate cu seriile nuclizilor artificiali:

Seria $A = 4n$ $\quad {}^{240}_{94}\mathrm{Pu} \xrightarrow[T_{\frac{1}{2}} = 8500\,\mathrm{a}]{\alpha} {}^{236}_{92}\mathrm{U} \xrightarrow[2{,}4\cdot 10^7\,\mathrm{a}]{\alpha} {}^{232}_{90}\mathrm{Th}$

$${}^{236}_{94}\mathrm{Pu} \xrightarrow[T_{\frac{1}{2}} = 27\,\mathrm{a}]{\alpha} {}^{232}_{92}\mathrm{U} \xrightarrow[70\,\mathrm{a}]{\alpha} {}^{228}_{90}\mathrm{Th}$$

Seria $4n+2$ $\quad {}^{246}_{98}\mathrm{Cf} \xrightarrow[T_{\frac{1}{2}} = 36\mathrm{h}]{\alpha} {}^{242}_{96}\mathrm{Cm} \xrightarrow[162\ \mathrm{d}]{\alpha} {}^{238}_{94}\mathrm{Pu} \xrightarrow[90\ \mathrm{a}]{\alpha} {}^{234}_{92}\mathrm{U}$

$${}^{242}_{94}\mathrm{Pu} \xrightarrow[T_{\frac{1}{2}} = 5\cdot 10^5\mathrm{h}]{\alpha} {}^{238}_{92}\mathrm{U}$$

Seria $4n+3$ $\quad {}^{243}_{96}\mathrm{Cm} \xrightarrow[100\ \mathrm{a}]{\alpha} {}^{239}_{94}\mathrm{Pu} \xrightarrow[2{,}4\cdot 10^4\ \mathrm{a}]{\alpha} {}^{235}_{92}\mathrm{U}$

Tabelul 6.9.4 conține nuclizi naturali radioactivi care nu intră în seriile radioactive și au un timp de înjumătățire mare. Alte date asupra radioactivității naturale a unor nuclizi cu abundența foarte mică (cu timp de înjumătățire scurt) se găsesc în tabelul 6.10. Este interesant să se reamintească determinarea vîrstei zăcămintelor de cărbuni pe baza măsurătorilor de activitate a ^{14}C.

În tabelele 6.9 timpul se notează astfel: a = an, d = zi, h = oră, min = minut, s = secundă.

6.9.1. Calculul constantei de dezintegrare

$T_{\frac{1}{2}}$ dat în:	s	m	h	d	a
$\lg \lambda = -\lg T_{\frac{1}{2}} +$	$\bar{1}{,}8408$	$\bar{2}{,}0627$	$\bar{4}{,}2845$	$\bar{6}{,}9043$	$\bar{8}{,}3417$

6.9.2. Evaluarea vîrstei mineralelor de uraniu

Raportul în greutate $^{206}Pb/^{238}U$	Vîrsta, în 10^6 ani	Raportul în greutate $^{207}Pb/^{235}U$	Vîrsta, în 10^6 ani
0,02	150	0,12	900
0,04	300	0,14	1050
0,06	450	0,16	1200
0,08	600	0,18	1350
0,10	750	0,20	1500

6.9.3. Seriile elementelor radioactive

6.9.3.1. Seria uraniului (4*n* + 2)

Elementul radioactiv	Numărul atomic	Numărul de masă	Radiațiile	Timpul de înjumătățire
U (U I)	92	238	α	$4{,}5 \cdot 10^9$ a
Th (UX$_1$)	90	234	β	24,5 d
Pa (UX$_2$)	91	234	β	1,14 min
U (U II)	92	234	α	$2{,}67 \cdot 10^5$ a
Th (Ioniu)	90	230	α	$8{,}3 \cdot 10^4$ a
Ra	88	226	α	$1{,}62 \cdot 10^3$ a
Rn	86	222	α	3,82 d
Po (RaA)	84	218	α, β	3,05 min
99,96% Pb (RaB)	82	214	β	26,8 min
0,04% At	85	218	α	2 s
Bi (RaC)	83	214	α, β	19,7 min
99,96% Po (RaC′)	84	214	α	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$ s
0,04% Tl (RaC″)	81	210	β	1,32 min
Pb (RaD)	82	210	β	22 a
Bi (RaE)	83	210	α, β	4,85 a
100% Po (RaF)	84	210	α	138,3 d
~10^{-5}% Tl	81	206	β	4,23 min
Pb (RaG)	82	206	stabil	

6.9.3.2. Seria toriului ($4n$)

Elementul radioactiv	Numărul atomic	Numărul de masă	Radiațiile	Timpul de înjumătățire
Th ↓	90	232	α	$1,39 \cdot 10^{10}$ a
Ra(Mesotoriu I) ↓	88	228	β	6,7 a
Ac(Mesotoriu II) ↓	89	228	β	6,13 h
Th (Radiotoriu) ↓	90	228	α	1,90 a
Ra (Toriu X) ↓	88	224	α	3,64 d
Rn (Toron) ↓	86	220	α	54,5 s
Po (Toriu A)	84	216	α, β	0,16 s
100% Pb (Toriu B)	82	212	β	10,6 h
0,014% At	85	216	α	54 s
Bi (Toriu C)	83	212	α, β	60,5 s
66,3% Po (Toriu C')	84	212	α	$3 \cdot 10^{-7}$ s
33,7% Tl (Toriu C'')	81	208	β	3,1 min
Pb (Toriu D)	82	208	stabil	

6.9.3.3. Seria neptuniului ($4n + 1$)

Elementul radioactiv	Numărul atomic	Numărul de masă	Radiațiile	Timpul de înjumătățire
Pu ↓	94	241	β	13 a
Am ↓	95	241	α	470 a
Np ↓	93	237	α	$2,20 \cdot 10^6$ a
Pa ↓	91	233	β	27,4 d
U ↓	92	233	α	$1,62 \cdot 10^5$ a
Th ↓	90	229	α	$7,34 \cdot 10^3$ a
Ra ↓	88	225	β	14.8 d

6.9.3.3 (continuare)

Elementul radioactiv	Numărul atomic	Numărul de masă	Radiațiile	Timpul de înjumătățire
Ac	89	225	α	10,0 d
Fr	87	221	α	4,8 min
At	85	217	α	0,02 s
Bi	83	213	α, β	47 min
98% Po	84	213	α	$4{,}2 \cdot 10^{-6}$ s
2% Tl	81	209	β	2,2 min
Pb	82	209	β	3,3 h
Bi	83	209	stabil	

6.9.3.4. Seria actiniului ($4n + 3$)

Elementul radioactiv	Numărul atomic	Numărul de masă	Radiațiile	Timpul de înjumătățire
U (Actino U)	92	235	α	$7{,}07 \cdot 10^{9}$ a
Th(UY)	90	231	β	24,6 h
Pa	91	231	α	$3{,}2 \cdot 10^{4}$ a
Ac	89	227	α, β	21,7 a
98,8% Th (Radio Ac)	90	227	α	18,9 d
1,2% Fr	87	223	β	21 min
Ra (Ac X)	88	223	α	11,2 d
Rn (Actinon)	86	219	α	3,92 s
Po (Ac A)	84	215	α	$1{,}82 \cdot 10^{-3}$ s
Pb (Ac B)	82	211	β	3,61 min
Bi (Ac C)	83	211	α, β	2,16 min
Po (Ac C′)	84	211	α	$5 \cdot 10^{-3}$ s
Tl (Ac C″)	81	207	β	4,76 min
Pb (Ac D)	82	207	stabil	

6.9.4. Izotopii radioactivi naturali ai elementelor (fără serie de dezintegrare)

Izotopul	Tipul dez-integrării	Produsul	Timpul de înjumătățire, ani	Abundența izotopică %	Energia MeV
$^{3}_{1}H$	β	$^{3}_{2}He$	12,5		0,018
$^{14}_{6}C$	β	$^{14}_{7}N$	$5{,}7 \cdot 10^{3}$		0,0155
$^{40}_{19}K$	β, γ și K	$^{40}_{20}Ca$, $^{40}_{18}Ar$	$1{,}4 \cdot 10^{9}$	0,012	1,4 (β) 1,5 (γ)
$^{87}_{37}Rb$	β, δ	$^{87}_{38}Sr$	$6 \cdot 10^{10}$	27,85	0,3 (β)
$^{115}_{49}In$	β	$^{115}_{50}Sn$	$6 \cdot 10^{14}$	95,84	0,63
$^{138}_{57}La$	β, γ	$^{138}_{58}Ce$	$1{,}2 \cdot 10^{12}$	0,089	
$^{150}_{60}Nd$	β		$> 2 \cdot 10^{15}$	5,60	
$^{152}_{62}Sm$	α	$^{148}_{60}Nd$	$2{,}5 \cdot 10^{10}$	26,90	
$^{147}_{62}Sm$	α	$^{143}_{60}Nd$	$6{,}7 \cdot 10^{11}$	14,94	
$^{176}_{71}Lu$	β, γ și K	$^{176}_{72}Hf$, $^{176}_{70}Yb$	$7{,}2 \cdot 10^{10}$	2,5	0,4 (β) 0,27 (γ)
$^{187}_{75}Re$	β	$^{187}_{76}Os$	$4 \cdot 10^{12}$	62,93	0,043

6.10. PROPRIETĂȚILE CARACTERISTICE ALE IZOTOPILOR

Tabelul 6.10.1 conține izotopii importanți cu unele caracteristici: numărul atomic (Z), numărul de masă (A), abundența pentru nuclizii care se găsesc în amestecul natural de izotopi și pentru radioizotopii cu viață medie lungă.

Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$ (v. și 6.9.1) este exprimat în a (ani), d (zile), min (minute sau s (secunde).

În coloana a șaptea sînt indicate tipurile de transformări nucleare și tipul de radiație, precum și energiile lor în MeV.

Se notează: α — emisia α; β^- — emisia de electroni; β^+ — emisia de pozitroni; γ — radiații γ; $\bar{e}$ — conversia internă, (emisia de electroni orbitali în urma procesului de stabilizare a sistemului nuclear dintr-o stare excitată), K — captura K; n — neutroni; p — proton; $\downarrow IN$ — izomerizare nucleară, prin tranziția la o stare izomeră stabilă); f — produs de fisiune; R — radioactiv natural; FS — fisiune spontană; (v. tabelul 6.13.4.).

Masa m a nucleului nu este egală cu suma maselor nucleonilor $m < Zm_p + Nm_n$, în care m_p este masa protonului; m_n — masa neutronului; Z — numărul atomic și N — numărul de neutroni ($A-Z$).

Defectul de masă al nucleului este definit ca

$$\Delta m = m - (Zm_p + Nm_n)$$

iar fracția de îngrămădire este $\delta = \dfrac{\Delta m}{Z + N}$

Aceste mărimi caracterizează energia de legătură a nucleonilor și deci stabilitatea nucleului; astfel calculul energiei de legătură arată că pentru nuclizii din mijlocul sistemului periodic energia de legătură raportată la un nucleon este aproximativ — 8,7 MeV.

Pentru valori mici ale lui A această energie de legătură specifică tinde spre zero, iar pentru elementele grele tinde spre 7,6 MeV.

Aceasta explică degajarea enormă de energie (de ordinul a 200 MeV) de la fisiunea nuclidelor grele (v. 6.13).

Masele atomice din tabele sînt calculate în scara fizică pe baza izotopului ^{16}O şi sînt determinate prin spectrometrie de masă (v. vol. II) şi prin diferenţa de masă a reacţiilor nucleare corespunzătoare degajării de energie.

Tabelele 6.10.2, 6.10.3 şi 6.10.4, conţin radionuclizii importanţi emiţători de radiaţii alfa (alfatogeni), beta — şi beta +.

6.10.1. Proprietăţile caracteristice ale izotopilor

Nuclidul				Abundenţa naturală	Timpul de înjumătăţire	Caracteristicile transformării radiaţia sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
0	*n*	1	1,00813			
1	*p*	1	1,007582			
1	H	1	1,00813	99,9844		
	H	2	2,01471	0,0156		
	H	3	3,01695		12,5 a	β^- 0,018 fără γ
2	He	1	3,01693	$\sim 1{,}34 \times 10^{-4}$ (atm)		
	He	4	4,00388	~100%		
	He	5			$\sim 2{,}4 \times 10^{-21}$ s (calc.)	$n + \alpha$
	He	6	6,02086		0,85 s	β^- 3,7 fără γ
3	Li	5			f. instabil	$p + \alpha$
	Li	6	6,01690	7,40		
	Li	7	7,01818	92,6		
	Li	8	8,02502		0,88 s	β^- 12,0 fără γ
	Li	9			0,17 s	
4	Be	7			54,5 d	γ 0,479 K
	Be	8			$\sim 10^{-16}$ s	2α 0,103
	Be	9	9,01506	100%		
	Be	10			$2{,}7 \times 10^{6}$ a	β^- 0,56 fără γ
5	B	8			0,61 s	β^+

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
5	B	9			$>3\times10^{-19}$s	
	B	10	10,01618	18,83		
	B	11	11,01284	81,17		
	B	12	12,0182		0,027 s	β^- 13,4
6	C	10	10,02084		19,1 s	β^+ 2,2 γ ~1
	C	11	11,01499		20,5 min	β^+ 0,97
	C	12	12,00386	98,892		
	C	13	13,00756	1,108		
	C	14	14,00770		5700 a	β^- 0,155 fără γ
	C	15				γ ~5,5
7	N	12	12,0226		0,012 s	β^+ 16,6
	N	13	13,00991		10,1 min	β^+ 1,25 fără γ
	N	14	14,00754	99,64		
	N	15	15,00489	0,36		
	N	16	16,0107		7,3 s	β^- ~4,0 ~10,3 γ ~6,5
	N	17			4,13 s	β^- 3,7
8	O	14			76,5 s	β^+ 1,8 γ 2,3
	O	15	15,0078		2,1 min	β^+ 1,7
	O	16	16,000000 (standard)	99,76		
	O	17	17,00450	0,04		
	O	18	18,0049	0,20		
	O	19	19,00938		29,5 s	β^- 2,9 4,5 γ 1,6
9	F	17	17,00784		66 s	β^+ 1,7
	F	18	18,0067		1,87 h	β^+ 0,6

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
9	F	19	19,00454	100%		
	F	20	20,0065		12 s	β^- 5,1 γ 1,6
10	Ne	19	19,00798		18,2 s	β^+ 2,3 fără γ
	Ne	20	19,99872	90,51		
	Ne	21	20,99963	0,28		
	Ne	22	21,99844	9,21		
	Ne	23	23,0006		40 s	β^- 4,2
11	Na	20			23 s	β^+ $>3,5$
	Na	21	20,99963		23 s	β^+ 2,53
	Na	22	22,00154		2,6 a	β^+ 0,54 1,8 γ 1,28
	Na	23	22,99618	100		
	Na	24	23,99831		14,9 h	β^- 1,39 γ 1,38 2,758
	Na	25	24,99715		62 s	β^- 2,7 3,7 γ $>0,5$
12	Mg	23	23,0002		11,9 s	β^+ 2,82
	Mg	24	23,9924	78,6		
	Mg	25	24,9938	10,1		
	Mg	26	25,9898	11,3		
	Mg	27	26,9926		9,6 min	β^- 0,8 1,8 γ 0,64 0,84 1,01
13	Al	24			2,3 s	
	Al	25			7,3 s	β^+
	Al	26	25,9941		7 s	β^+ 2,8
	Al	27		100		
	Al	28	27,9917		2,30 min	β^- 3,01 γ 1,80

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O = 16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
13	Al	29	28,9893		6,7 min	β^- 1,4 2,5 γ 1,2 2,3
14	Si	27	26,9946		4,9 s	β^+ 3,6
	Si	28	27,9866	92,28		
	Si	29	28,9866	4,67		
	Si	30	29,9832	3,05		
	Si	31	30,9862		2,6 h	β^- 1,486 fără γ
15	P	29	28,9916		4,6 s	β^+ 3,6
	P	30	29,9880		2,5 min	β^+ 3,0
	P	31	30,9843	100		
	P	32	31,98272		14,3 d	β^- 1,718 fără γ
	P	33			25 d	β^- 0,26
	P	34	33,9825		12,4 s	β^- 3,2 5,1 γ 1,9
16	S	31	30,9895		2,9 s	β^+ 3,85
	S	32	31,98085	95,06		
	S	33	32,9800	0,74		
	S	34	33,97710	4,18		
	S	35	34,9788		87,1 d	β^- 0,167
	S	36	35,978	0,0136		
	S	37	36,98212		5,0 min	β^- 1,6 4,3 γ 2,7
17	Cl	33	32,9860		2,8 s	β^+ 4,1
	Cl	34	33,9826		33,0 min	β^+ 1,3 2,6 4,5 γ 0,15 2,13 3,30
	Cl	35	34,97867	75,4		
	Cl	36	35,9787		4 × 10^5 a	β^- 0,716 β^+ γ (?)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
17	Cl	37	36,97750	24,6		
	Cl	38	37,981		38,5 min	β^- 1,11 2,77 4,81 γ 1,6 2,15
	Cl	39			55,5 min	β^- 2,5
18	Ar	35	34,9850		1,84 s	β^- 4,4
	Ar	36	35,9780	0,34		
	Ar	37	36,9777		34,1 d	K fără γ
	Ar	38	37,974	0,06		
	Ar	39			2,4 min ↓ *IN*	β^- 2,1
					265 a	β^- 0,565
	Ar	40	39,9756	99,6		
	Ar	41	40,9774		1,8 h	β^- 1,25 2,55 γ 1,3
	Ar	42			>200 d	
19	K	37			1,2 s	β^+ 4,57
	K	38	37,9795		7,5 min	β^+ 2,53 γ 2,1
	K	39		93,1		
19	K	40	39,9773	0,0119% *R*	$\sim 1,4\times10^9$a	β^- 1,4 β^+ γ 1,5 K
	K	41	40,9747	6,9%		
	K	42	41,9749		12,4 h	β^- 3,6 2,4 γ 1,5
	K	43			22,4 h	β^- 0,24 0,81 fără β^+ γ $\sim$0,4
	K	44			18 min	β^-
20	Ca	$\langle 39(?)$			4,5 min	β^+

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV		
	Ca	39			1,1 s	β^+	5,13	
	Ca	40	39,9753	96,92				
	Ca	41			1,2×10^5 a	K raze X		
	Ca	42	41,9711	0,64				
	Ca	43	42,9723	0,13				
	Ca	44		2,13				
	Ca	45	44,9672		152 d	β^-	0,255	fără γ
	Ca	46		0,0032				
	Ca	(?)			5,8 d	β^- γ	1,1 1,3	
	Ca	48		0,179				
	Ca	49	48,9698		8,5 min	β^- γ	2,7 2,7	
					2,5 h	β^- γ	2,3 0,8	
21	Sc	41			0,87 s	β^+	4,94	
	Sc	43	42,9764		3,9 h	β^+ γ	1,1 1,05	
	Sc	44			2,44 d ↓ *IN*	e⁻	0,271	
					3,96 h	β^+ γ K	1,45 1,18	
	Sc	45	44,9669	100				
	Sc	46	45,9686		20 s ↓ *IN*	e⁻	0,140	fără β^-
					85 d	β^- γ	0,36 1,2 0,89	
	Sc	47			3,4 d	β^- γ	0,61 (?)	

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O = 16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$		MeV
21	Sc	48			1,83 d	β^- γ K	0,64 0,98 1,33
	Sc	49			57 min	β^- γ n	2,4
22	Ti	43			0,58 s		
	Ti	45			3,09 h	β^+ γ	1,0 0,48 0,80
	Ti	46	45,9661	7,95			
	Ti	47	46,9647	7,75			
	Ti	48	47,9631	73,45			
	Ti	49	48,9646	5,51			
	Ti	50	49,9621	5,34			
	Ti	51			6 min	β^- γ	1,6 0,32
23	V	47			33 min	β^+ γ	1,7
	V	48			16,0 d	β^+ γ K	0,72 1,32 0,99 2,22
	V	49			600 d	K	fără $\left\{\begin{matrix}\beta^+\\ \gamma\\ e^-\end{matrix}\right.$
	V	50		0,25			
	V	51	50,9577	99,75			
	V	52			2,6 min 3,74 min	β^- γ γ	2,0 1,45 0,25
24	Cr	48			~23 h		
	Cr	49			41,9 min	β^+ γ	1,45 0,19 1,55

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O = 16$)	%			Mev	
24	Cr	50	49,96436	4,41				
	Cr	51	50,958		26 d	γ e^- K	0,32 0,267	fără β^+
	Cr	52	51,95590	83,46				
	Cr	53	52,95519	9,54				
	Cr	54	53,95419	2,61				
	Cr	55			1,3 h			
25	Mn	51			46 min	β^+	2,4	
	Mn	52			21 min	β^+ γ e^-	2,66 1,46 0,39	
					↓ *IN*			
					6,2 d	β γ K	0,582 0,734 0,94 1,46	
	Mn	54			310 d	β^- γ K	1,0 0,835	fără β^+
	Mn	55	54,957	100				
	Mn	56			2,59 h	β^- γ	2,86 1,05 0,73 0,845 1,81 2,13 2,7 3,0	
26	Fe	52			7,8 h	β^+ K	~0,55	fără γ
	Fe	53			8,9 min	β^+ γ	2,8 (?)	
	Fe	54	53,95766	5,90				
	Fe	55			2,94 a	K		fără $\begin{cases}\beta^+\\ \gamma\\ e^-\end{cases}$
	Fe	56	55,95332	91,52				
	Fe	57	56,95477	2,245				
	Fe	58	57,95083	0,33				

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%			Mev
26	Fe	59			46 d	β^- γ	0,46 1,1 1,3
	Co	55			18 h	β^+ γ K	1,50 1,01 0,935 1,41 0,477 0,095
27	Co	56	55,9618		80 d	β^+ γ e^- K	1,50 0,845 1,26 1,74 2,01 2,55 3,25
	Co	57				β^+ γ e^- K	0,26 0,131 0,119 0,014
	Co	58			9,2 h ↓ *IN*	e^-	0,025
					72 d	β^+ γ K	0,47 0,81
	Co	59		100			
	Co	60	59,9529		10,7 min ↓ *IN*	β^- γ e^-	1,56 1,33 0,059
					5,25 a	β γ	0,31 1,17 1,332
	Co	61			1,75 h	β^- γ	1,0 1,42 0,5
	Co	62			13,9 min ↓ *IN*	β^- γ	2,3 1,3
					1,6 min	β^- γ	
	Co	64			4,5 min	β^-	
28	Ni	56			6,4 d	β^+ γ K	 0,17 0,96 0,48 0,28

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
28	Ni	57			36,4 h	β^+ 0,845 γ 1,39 1,9 e^- 0,114
	Ni	58		67,8		
	Ni	59			$7,5\times10^5$ a	K fără β^+
	Ni	60	59,94981	26,2		
	Ni	61	60,9540	1,2		
	Ni	62	61,94959	3,7		
	Ni	63			85 a	β 0,067 fără $\left\{\begin{matrix}\beta^+\\ \gamma\end{matrix}\right.$
	Ni	64	63,94744	1,1		
	Ni	65			2,56 h	β^- 2,10 0,60 1,01 γ 1,49 1,12 0,37
	Ni	66			56 h	β^-
29	Cu	58			3 s	
					1,3 min	β^+
	Cu	59			10 min	β^+
	Cu	60			24,6 min	β^+ ~1,8 3,3 γ ~1,5
	Cu	61			3,33 h	β^+ 1,205 0,550 0,266 0,190 γ 0,655 0,284 0,076 K
	Cu	62			9,9 min	β^- 2,92 γ 0,56
	Cu	63		69,09		
	Cu	64			12,8 h	β^- 0,57 β^+ 0,65 γ 1,34 K
	Cu	65	64,955	30,91		
	Cu	66			5,18 min	β^- 2,58 γ 1,32

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
29	Cu	67			58,5 h	β^- 0,54 γ
30	Zn	62			9,33 h	β^+ 0,66 γ 0,42 K
	Zn	63			38,3 min	β^+ 2,36 1,4 0,47 γ 0,960 1,89 2,60 K
	Zn	64	63,95356	48,87		
	Zn	65			250 d	β^+ 0,32 γ 1,14 0,201 e^-
	Zn	66	65,94667	27,62		
	Zn	67	66,9482	4,12		
	Zn	68	67,9488	18,71		
	Zn	69			13,8 h ↓ *IN* 52 min	e^- 0,439 β^+ 0,86 fără γ
	Zn	70	69,9460	0,69		
	Zn	71			2,2 min	β^- 2,1 γ
	Zn	72			49 h	β^- 0,3 1,6 γ
	Zn	73			<2 min	β^-
31	Ga	64			48 min	β^+
	Ga	65			18,5 min	γ 0,54 0,117 e^- K
	Ga	66			9,2 h	β^+ 4,14 0,88 1,4 0,4 γ 1,03 2,75 4,8 K
	Ga	67			78,3 h	γ 0,93 0,297 0,180 e^- K

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O = 16$)	%		MeV
31	Ga	68			68 min	β^+ 0,8 1,88 γ 1,10 K
	Ga	69	68,956	60,0		
	Ga	70			20 min	β^- 1,65 γ
	Ga	71	70,954	40,0		
	Ga	72			14,2 h	β^- 0,64 0,96 1,48 3,15 γ 0,84 2,21 2,51
	Ga	73			5,0 h	β^- 1,4 fără γ *f*
	Ga	74(?)76			14,5 d	β^- 1,7 fără γ
32	Ge	66			~2,5 h	β^+
	Ge	67			21 min	β^+
	Ge	68			250 d	β^+ K
	Ge	69			40 h	β^+ 1,215 0,610 0,220 γ 1,120 0,576 0,870 K
	Ge	70		20,45		
	Ge	71			11,0 d	e^- 0,32 K
	Ge	72		27,41		
	Ge	73		7,77		
	Ge	74		38,58		
	Ge	75			48 s 82 min	γ 0,175 β^- 1,137 0,614 γ 0,265 0,408 0,572
	Ge	76		7,79		
	Ge	76			59 s 12 h	β^- 2,8 e^- 0,380 *f* β^- 2,2 γ 0,263 *f*

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundenţa naturală	Timpul de înjumătăţire	Caracteristicile transformării radiaţia sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
32	Ge	78			2,1 h	β^- ~0,9 *f* γ
33	As	70			52 min	β^+
	As	71			50 h	β^+ 0,6 γ 0,173 K
	As	72			26 h	β^+ 2,50 3,34 1,84 0,67 γ 0,6 0,7 0,84 1,4 2,4 K
	As	73			76 d	e^- 0,052 K
	As	74			17,5 d	β^- 0,69 1,36 β^+ 0,92 1,53 γ 0,635 0,596 K
	As	75		100		
	As	76			27,6 h	β^- 3,12 2,56 1,4 0,4 γ 0,58 1,20 1,76 2,02
	As	77			40 h	β^- 0,68 fără γ *f*
	As	78			1,33 h	β^- 1,4 4,1 γ 0,27 *f*
	As	79			9 min	β^- ~2,1
	As	81			<10 min	β^- *f*
34	Se	70			44 min	β^+
	Se	72			9,7 d	K
	Se	73			7,08 h	β^+ 1,318 0,750 1,680 0,250 γ 1,310 0,860 K
	Se	74		0,96		
	Se	75			128 d	γ 0,025 0,121 0,280 0,066 0,136 0,305 0,081 0,199 0,402 0,097 0,265 e^- fără β^+ K

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
34	Se	76		9,12		
	Se	77	7,50		17,5 s ↓ *IN* stabil	e^- 0,165
	Se	78		23,61		
	Se	79			3,5 min ↓ *IN* $6{,}5\times10^4$ a	e^- 0,096 β^- 0,160 fără γ
	Se	80		49,96		
	Se	81			59 min ↓ *IN* 17 min	e^- 0,098 *f* β^- 1,38 fără γ
	Se	82		8,84		
	Se	83			69 s 25 min	β^- 3,4 fără γ *f* β^- 1,5 γ 0,176 0,950 *f*
	Se	84			~2min	*f*
35	Br	74			35 min	
	Br	75			1,7 h	β^+ 1,70 0,80 0,3 0,6 *K* fără γ
	Br	76			17 h	β^+ 3,57 0,6 0,8 1,1 γ 1,21 0,33 0,75 e^- 0,18
	Br	77			57 h	β^+ 0,336 γ 0,813 0,520 0,237 e^- 0,35 *K*
	Br	78			6,3 min	β^+ 2,3 γ 0,046 0,108
	Br	79	79,9440	50,57		
	Br	80			4,4 h ↓ *IN* 18,5 min	γ 0,037 e^- 0,019 β^- 1,97 1,1 0,7 β^+ 0,868 *K*

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O = 16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
35	Br	81		49,43		
	Br	82			35,7 h	β^- 0,465 γ 0,547 0,787 1,35 1,7 2,0 K(?) ƒ
	Br	83			2,4 h	β^- 0,940 fără γ ƒ
	Br	84			33 min	β^- 5,3 γ ƒ
	Br	85			3 min	β^- 2,5 fără γ ƒ
	Br	87			55,6 s	β^- $\sim$2 $\sim$8 γ 5,2 n ƒ
	Br	88			15,5 s	β^- ƒ
	Br	89			4,51 s	β^- n ƒ
36	Kr	77			1,1 h	β^+ 1,7 γ K
	Kr	78	77,945	0,354		
	Kr	79			55 s ↓ *IN* 34,5 h	e^- 0,127 β^+ 0,595 γ 0,263 0,044 K
	Kr	80		2,27		
	Kr	81			13 s ↓ *IN* 10^5 a	e^- 0,187 fără β^+ K
	Kr	82	81,938	11,56		
	Kr	83		11,55	1,9 h ↓ *IN* stabil	γ 0,009 e^- 0,032 ƒ ƒ
	Kr	84	83,939	56,90		

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia				
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV				
36	Kr	85			4,4 h	β^-	0,855			
						γ	0,149			
						e^-	0,305			
					↓ *IN*					*f*
					9,4	β^-	0,72			
						γ	0,54			*f*
	Kr	86	85,939	17,37						*f*
	Kr	87			78 min	β^-	3,2			*f*
	Kr	88			2,77 h	β^-	2,4	~0,5		
						γ	0,027			*f*
	Kr	89			3,18 min	β^-	4,0	2,0		
						γ				*f*
	Kr	90			33 s	β^-	3,2			
						γ				*f*
	Kr	91			10 s	β^-	~3,6			
						γ (?)				*f*
	Kr	92			2,4 s	β^-				*f*
	Kr	93			2,3 s	β^-				*f*
	Kr	94			1,4 s	β^-				*f*
	Kr	97			1—2 s	β^-				*f*
37	Rb	81			4,7 h	β^+	0,99			
						γ	0,95			
						e^-	0,2			
						K				
	Rb	82			instabil	β^+	3,15			
						γ	0,95	~0,40	~0,15	
					6,3 h	β^+	0,67			
						γ	1,2	0,7		
						K				
	Rb	83			107 d	γ	0,8	~0,45	~0,15	
						K				
	Rb	84			23 min	e^-	0,32			
						K				
					40 d	β^+				
						K				

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV	
37	Rb	85		72,15	19,5 d	β^- 1,822 0,716	
	Rb	86			↓ *IN*	γ 1,08	*f*
					1,06 min	γ 0,78 K	*f*
	Rb	87		27,85 *R*	6×10^{10} a	β^- 0,275 γ (?)	
	Rb	88			17,8 min	β^- 5,13 3,29 2,04 γ 0,90 1,86 2,8	*f*
	Rb	89			15,4 min	β^- 4,5	*f*
	Rb	90			2,74 min	β^- 5,7 γ	*f*
	Rb	91			100 s	β^- 4,6 γ	*f*
					14 min	β^- 3,0 γ	*f*
	Rb	92			instabil	β^-	*f*
	Rb	93			instabil	β^-	*f*
	Rb	94			instabil	β^-	*f*
	Rb	97			instabil	β^-	*f*
38	Sr	81			29 min		
	Sr	82			25,5 d		
	Sr	83			38 h	β^+ 1,15 γ 0,040 0,074 0,101 1,151 0,165	
	Sr	84		0,55			
	Sr	85			70 min	γ 0,185 e^- 0,0075 0,225 0,150 K	
					↓ *IN* 65 d	γ 0,513 K	fără β^+
	Sr	86		9,75			

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia			
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV			
38	Sr	87			2.80 h	e^-	0,390		
					↓ *IN*				
				6,96	stabil				
	Sr	88		82,74					
	Sr	89			54 d	β^-	1,5	fără γ	*f*
	Sr	90			25 a	β^-	0,54	fără γ	*f*
	Sr	91			9,7 h	β^-	3,2 1,3		
						γ	1,3		*f*
	Sr	92			2,7 h	β^-			*f*
	Sr	93			7 min	β^-			*f*
	Sr	94			~2 min	β^-			*f*
	Sr	97			instabil	β^-			*f*
39	Y	84			3,7 h	β^+	2,0		
						γ			
						K			
	Y	86			14,6 h	β^+	1,19 1,80		
						γ	1,4		
	Y	87			14 h	β^+	1,1		
					↓ *IN*	e^-	0,384		
					80 h	β^+	0,70		
						γ	0,485		
						K			
	Y	88			2,0 h	β^+	1,6		
					105 d	β^+	0,83		
						γ	0,9 1,85 2,76		
						K			
	Y	89			14 s	e^-	0,913		
					↓ *IN*				
			100		stabil				
	Y	90			65 h	β^-	2,24	fără γ	*f*
	Y	91			51 min	e^-	0,555		*f*
						β	1,56	fără γ	
					↓ *IN*				
					57 d				*f*

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia MeV	
39	Y	92			3,5 h	β^- 3,5 γ 0,7	*f*
	Y	93			10 h	β^- 3,1 γ 0,7	*f*
	Y	94			16,5 min	β^- 5,4 γ 1,4	*f*
	Y	95			10,5 min	β^-	*f*
	Y	97			instabil	β^-	*f*
40	Zr	86			17 h		
	Zr	87			1,6 h	β^+ 2,10 γ 0,35 0,65 *K*	
	Zr	88			~150 d	γ 0,406 *K*	
	Zr	89			4,4 min	β^+ 0,85 γ 1,53 e^- 0,588	
					↓ *IN* 80,1 h	β^+ 0,890 *K*	
	Zr	90		51,46			
	Zr	91		11,23			
	Zr	92		17,11			
	Zr	93			~5×10⁶ a	β^- 0,06	*f*
	Zr	94		17,40			
	Zr	95			65 d	β^- 0,39 1,0 γ 0,73 0,23 0,92 e^-	*f*
	Zr	96		2,8			
	Zr	97			17,0 h	β^- 2,50 γ 0,74 1,42	*f*
41	Nb	90			15 h	β^+ 1,9 γ 0,14 1,14 2,23	

6.10.1 (continuare)

Nuclidul Numărul atomic Z	 Simbolul	 Numărul de masă A	 Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	Abundența naturală %	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia MeV	
41	Nb	91			62 d	e^- 0,104	
					↓ *IN*		
					8 a	*K*	
	Nb	92			10,1 d	γ 0,930 0,20	
						K	
	Nb	93			40 d		
					↓ *IN*		
				100%	stabil		
	Nb	94			6,6 min	β^- 1,3	
						γ 0,9	
						e^- 0,0415	
					↓ *IN*		
					5×10^4 a		
	Nb	95			90 h	e^- 0,216	*f*
					↓ *IN*		
					35 d	β^- 0,163	
						γ 0,771	
	Nb	96			22,9 h	β^- 0,370 0,750	
						γ 1,1 0,9 0,45	
	Nb	97			60 s	e^- 0,747	*f*
					↓ *IN*		
					74 min	β^- 1,267	
						γ 0,665	*f*
	Nb	98			30 min	β^-	
	Nb	99			2,5 min	β^- 3,2	
42	Mo	91			15,5 min	β^+ 3,7	fără γ
					75 s	β^+ 2,6	
						γ 0,3	
	Mo	92		15,05			
	Mo	93			6,75 h	γ 0,687 1,51	
						e^- 0,256	
					↓ *IN*		
					<2 a	γ	
						K	
	Mo	94		9,35			
	Mo	95	94,945	15,78			

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
42	Mo	96	95,946	16,56		
	Mo	97	96,945	9,60		
	Mo	98	97,994	24,60		
	Mo	99			67 h	β^- 1,23 0,445 $<0,2$ γ 0,04 0,367 0,740 0,780 *f*
	Mo	100	99,939	9,68		
	Mo	101			14,6 min	β^- 1,0 2,2 γ 0,3 0,9 *f*
	Mo	102			12 min	β^- *f*
	Mo	105			instabil	β^- *f*
43	Tc	92			4,5 min	γ 1,51 e^- 0,39 *K*
	Tc	93			44 min	β^- 0,800 γ 1,32 e^- 0,390
	Tc	94			52,5 min	β^+ 2,41 γ 0,87 1,85 2,73 3,27 *K*
	Tc	95			62 d	β^+ 0,4 γ 1,02 0,76 0,57 0,20 e^- 0,039 *K*
					↓ *IN* 20,0 h	γ 1,07 0,76 0,57 0,20 *K*
	Tc	96			51,5 min	e^- 0,034
					↓ *IN* 4,35 d	γ 0,312 1,119 0,806 0,77 0,84
	Tc	97			90 d	e^- 0,096
					↓ *IN* >1000 a	β sau *K*
	Tc	98			2,7 d	β^- 0,75 γ 1,0
					↓ *IN*	

6.10.1. (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV	
					41 min	β^+ 2,1 γ 0,2 0,86 K	
43	Tc	99			5,9 h	γ 0,002 0,140 e^- 0,142	
					↓*IN*		*f*
					5×10^5 a	β^- 0,292	*f*
	Tc	100			15,8 s	β^- 2,8 γ	
	Tc	101			15 min	β^- 1,30 γ 0,307	*f*
	Tc	102			<25 s	β^- 3,7 γ	*f*
	Tc	105			instabil		*f*
44	Ru				57 min		
	Ru	95			1,6 h	β^+ 1,1 γ 0,95 K	
	Ru	96	95,945	5,68			
	Ru	97			2,8 d	γ 0,217 e^- K	
	Ru	98		2,22			
	Ru	99	98,944	12,81			
	Ru	100		12,70			
	Ru	101		16,98			
	Ru	102		31,34			
	Ru	103			38,8 d	β^- 0,684 0,222 γ 0,0404 0,494	*f*
	Ru	104		18,27			
	Ru	105			4,5 h	β^- 1,15 γ 0,726 0,13	*f*

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
44	Ru	106			1 a	β^- 0,041 *f*
	Ru	107			4 min	β $\sim$4 *f*
45	Rh	99			4,5 h	β^+ 0,74 fără γ
	Rh	100			21 h	β^+ 1,3 3,0 γ 1,8 e^- 0,6
	Rh	101			4,5 d	γ 0,35 0,13 0,08 fără β^+ *K*
	Rh	102			210 d	β^+ 1,3 β^- 1,04 γ $\sim$0,46
	Rh	103	102,949	 100	57 min ↓ *IN* stabil	e^- 0,040 *f*
	Rh	104			4,3 min ↓ *IN* 44 s	e^- 0,052 β^- 2,6 γ 0,041 0,18 0,95
	Rh	105			45 s ↓ *IN* 36,2 h	e^- 1,30 *f* β^- 0,25 0,57 γ 0,32 *f*
	Rb	106			30 s	β^- 3,55 2,30 3,1 γ 0,513 0,624 1,045 *f*
	Rb	107			26 min	β^- 1,2 *f* γ (?)
	Rb	108?			9 h	$\beta^-\sim$1,3 γ 0,8 *f*
	Rb	109			<1 h	*f*
46	Pd	100			4,0 d	γ 0,09 1,8 *K*
	Pd	101			9 h	β^+ 2,3 0,53 fără $\left\{\begin{matrix}e^-\\ \gamma\end{matrix}\right.$ *K*
	Pd	102		0,8		

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	Mev	
46	Pd	103			17 d	K fără $\left\{\begin{matrix} e^- \\ \gamma \end{matrix}\right.$	
	Pd	104		9,3			
	Pd	105		22,6			
	Pd	106	105,946	27,1			
	Pd	107			7×10⁶ a	β^- 0,035	f
	Pd	108		26,7			
	Pd	109			4,8 min	e^- 0,19	
					↓ *IN*		f
					13,1 h	β^- 0,95 fără γ	f
	Pd	110	109,944	13,5			
	Pd	111			5,5 h	β^- 2,15 γ 0,16 1,77	
					↓ *IN*		f
					22 min	β^- 2,15 γ 0,38 0,65 0,73	f
	Pd	112			21 h	β^- 0,2 fără γ	f
7	Ag	102			73 min	β^+ K	
	Ag	104			16,3 min	β^+ ?	
	Ag	105			40 d	γ 0,28 0,35 0,43 0,063 K fără β^+	
	Ag	106			8,6 d	γ 1,24 1,045 1,55 e^- 0,624 0,513 0,410 K	
					24 min	β^+ 1,945 1,5 γ 0,513	
	Ag	107			44,3 s	e^- 0,093	
					↓ *IN*		
			106,950	51,35	stabil		
	Ag	108			2,4 min	β^- 1,49 0,83 γ 0,615 0,420 0,188	
	Ag	109			39,2 s	e^- 0,087	f
					↓ *IN*		
			108,949	48,65	stabil		

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
47	Ag	110			270 d	β^- 0,087 0,53 γ 1,516 1,389 0,706 0,885 0,759 0,656 e^- 0,116
					↓ *IN* 24,5 s	β^- 2,12 2,86 γ 0,656
	Ag	111				e^- 0,085
					↓ *IN* 7,5 d	β^- 1,04 0,70 0,80 γ 0,093 0,243 0,340
	Ag	112			3,20 h	β^- 3,5 γ 0,86
	Ag	113			5,3 h	β^- 2,0 fără γ
	Ag	114			2 min	β^-
	Ag	115			20 min	β^- 3,0 fără γ
48	Cd	105			38 min	β^+ 1,5 γ *K*
	Cd	106		1,22		
	Cd	107			6,7 h	β^+ 0,32 γ 0,847 *K*
	Cd	108		0,89		
	Cd	109			330 d	γ 0,08 *K*
	Cd	110		12,43		
	Cd	111			48,7 min	γ 0,243 e^- 0,149
				12,86	↓ *IN* stabil	*f*
	Cd	112		23,79		
	Cd	113			5,1 a	β^- 0,5
				12,34	↓ *IN* stabil	

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundenţa naturală	Timpul de înjumătăţire	Caracteristicile transformării radiaţia sau energia		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV		
48	Cd	114		28,81				
	Cd	115			2,33 d	β^-	0,46 1,1	
						γ	0,52	f
					43 d	β^-	1,41	
						γ	1,10	
	Cd	116		7,66				
	Cd	117			40 min			f
					2,83 h	β^-	~1,5	f
49	In	107			33 min	β^+		
	In	108			50 min	β^+	2,31	
						γ	0,285	
	In	109			4,2 h	β^+	0,75	
						γ	0,5	
						K		
	In	110			4,9 h	γ	0,935 0,885 0,656	
						e^-	0,119	
					↓ *IN*			
					66 min	β^+	2,25	
						γ	0,65	
	In	111			2,84 d	γ	0,172 0,246 0,093 0,330	
						K		fără β^+
	In	112			23 min	e^-	0,16	
					↓ *IN*			
					9 m	β^+	1,7	
						β^-	1,0	
						K		
	In	113			1,73 h	e^-	0,393	
					↓ *IN*			
				4,16	stabil			
	In	114			50 d	e^-	0,192	
					↓ *IN*			
					72 s	β^+	0,65	
						β^-	1,98	
						γ	0,715 0,548	

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$		MeV	
49	In	115			4,5 h	β^- e^-	0,83 0,336	
					↓ *IN*			*f*
				95,84 *R*	6×10^{14} a	β^-	0,63	
	In	116			54 min	β^- γ	0,6 0,87 1,0 1,274 1,085 2,09 0,406 1,487	
					↓ *IN*			
					13 s	β^-	2,95	fără γ
	In	117			1,9 h	β^-	1,95	fără γ
	In	118			4,5 min	β^-	1,5	
						γ		
	In	119			17,5 min	β^-	2,7	fără γ
50	Sn	108?			4,0	K		
	Sn	109?			15 min	β^+		
	Sn	110?			4,5 h	K		
	Sn	111			35 min	β^+ K	1,51	
	Sn	112		1,01				
	Sn	113			118 d	γ K	0,255 0,401	
	Sn	114		0,68				
	Sn	115		0,35				
	Sn	116	115,943	14,28				
	Sn	117			14,5 d	γ e^-	0,162 0,159	
					↓ *IN*			
				7,67	stabil			
	Sn	118	117,940	23,84				
	Sn	119			245 d	e^-	0,065 0,024	
					↓ *IN*			
				8,68	stabil			

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV		
50	Sn	120	119,930	32,75				
	Sn	121			27,5 h	β^-	0,38	fără $\begin{cases}\gamma\\ e^-\end{cases}$
					$>$400 d	β^-	0,42	*f*
	Sn	122	121,946	4,74				
	Sn	123			125 d	β^-	1,42	*f*
					39,5 min	β^- γ	1,26 0,15 0,4	
	Sn	124	123,945	6,01 *R*	$>1{,}7\times10^{17}$a	$2\beta^-$		
	Sn	125			9,5 min	β^- γ	1,17 0,5 1,86	
					9,4 d	β^- γ	2,33 2,04 0,326	*f*
	Sn	126			70 min	β^- γ	0,7 2,7 1,2	*f*
	Sn	127			1,5 h			
51	Sb	116			60 min	β^+ γ	$\sim$1,45 $\sim$0,07	
	Sb	117			2,8 h	γ e^- *K*	0,156 0,46	fără β^+
	Sb	118			5,1 h	γ e^- *K*	0,26 1,50 0,20	
					↓*IN* 3,3 min	β^+ γ	3,1	
	Sb	119			39 h	*K*		fără $\begin{cases}\beta^+\\ \gamma\end{cases}$
	Sb	120			16,4 min	β^+ γ	1,7 1,3 0,9 2,2	
					↓*IN* 6,0 d	γ e^- *K*	1,1	

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara ^{16}=O16)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV		
51	Sb	121		57,25				
	Sb	122			3,5 min	γ e^-	0,14 0,069	
					↓ *IN*			
					2,8 d	β^- γ	1,36 1,94 0,58 1,24 0,680	
	Sb	123		42,75				
	Sb	124			21 min	β^- γ e^-	2,5 0,607 0,0185	
					↓ *IN*			
					60 d	β^- γ	3,2 0,6 1,7 0,607	
					↓ *IN*			
					1,3 min	β γ e^-	3,2 0,607 0,012	
	Sb	125			2,7 a	β^- γ	0,299 0,128 0,616 0,465 0,425 0,637 0,025	*f*
	Sb	126			9 h	β^- γ	1,0 0,4 0,9	*f*
	Sb	127			93 h	β^- γ	1,2 0,72	*f*
	Sb	128			1,1 h	β^-		*f*
	Sb	129			4,2 h	β^-		*f*
	Sb	131			23,2 min	β^-		*f*
	Sb	132			2,2 min	β^-		*f*
	Sb	133			4,5 min	β^-		*f*

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV	
51	Sb	134?			$\sim$50 s	β^-	*f*
52	Te	117?			2,5 h	β^- e^-	
	Te	118			6,0 d	*K*	
	Te	119			4,5 d	γ 1,6 e^- 0,2 0,5 *K*	
	Te	120		0,090			
	Te	121			154 d	γ 0,213 e^- 0,082	
					↓ *IN* 17 d	γ 0,575 *K*	
	Te	122		2,47			
	Te	123			121 d ↓ *IN*	e^- 0,088 0,159	
				0,89	stabil		
	Te	124		4,74			
	Te	125			58 d ↓ *IN*	e^- 0,110 0,035	
				7,03	stabil		*f*
	Te	126		18,72			
	Te	127			113 d ↓ *IN*	e^- 0,088	*f*
					9,3 h	β^- 0,70 fără γ	*f*
	Te	128		31,75			
	Te	129			34 d	β^- e^- 0,106	*f*
					↓ *IN* 72 min	β^- 1,8 γ 0,3	*f*
	Te	130		34,27			
	Te	131			1,25 d ↓ *IN*	β^- e^-0,183	
IN					25 min	β^- 2,0 γ	*f*

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
52	Te	132			77,7 h	β^- 0,28 γ 0,22 ƒ
	Te	133			63 min	β^- e^- 0,30 ƒ
					↓ *IN* 2 min	β^- 1,3 2,4 γ 0,6 1,0 ƒ
	Te	134			44 min	β^- ƒ
	Te	135			<2min	β^- ƒ
	Te	137			~1 min	β^- ƒ
53	I	121			1,8 h	β^+ 1,2 e^- 0,185
	I	122			3,6 min	β^+ 3,1
	I	123			13 h	γ 0,159 e^- K
	I	124			4 d	β^+ 2,2 1,5 0,67 γ 0,6 0,7 1,95 1,72 K
	I	125			56 d	γ 0,0355 K
	I	126			13 d	β^+ β^- 0,85 1,24 γ 0,395 0,640 K
	I	127	126,932	100		
	I	128			25 min	β^- 2,02 1,59 γ 0,428
	I	129			1,72 × 10^7 a	β^- 0,13 γ 0,039 ƒ
	I	130			12,5 h	β^- 1,03 0,61 γ 0,417 0,744 0,667 0,537
	I	131			8,04 d	β^- 0,60 0,32 γ 0,364 0,284 0,080 0,638 ƒ

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
53	I	132			2,4 h	β^- 1,5 2,2 γ 0,6 1,4 *f*
	I	133			22,4 h	β^- 1,4 0,5 γ 0,53 0,88 1,4 *f*
	I	134			52,5 min	β^- 3,9 1,6 γ 2,3 *f*
	I	135			6,7 h	β^- 1,0 0,47 1,4 γ 1,3 1,6 2,4 *f*
	I	136			86 s	β^- 6,5 γ 2,9 *f*
	I	137			22 s	β^- *f*
	I	138			5,9 s	β^- *f*
	I	139			2,7 s	β^- *f*
54	Xe	124		0,095		
	Xe	125			18 h	γ 0,054 0,096 0,106 fără $\left\{\begin{matrix}\beta^-\\ \beta^+\end{matrix}\right.$ 0,187 0,243 K
	Xe	126		0,088		
	Xe	127			75 s ↓ *IN* 32 d	e⁻ 0,175 0,096 γ 0,057 0,145 0,170 0,200 e⁻ K
	Xe	128		1,91		
	Xe	129	 128,946	 26,24	8.0 d ↓ *IN* stabil	e⁻ 0,196 0,039
	Xe	130		4,053		
	Xe	131	 	 21,24	12,0 d ↓ *IN* stabil	e⁻ 0,163 *f* *f*
	Xe	132	131,946	26,93		*f*
	Xe	133			2,3 d ↓ *IN*	β^- e⁻ 0,232 *f*

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
					5,27 d	β^- 0,345 γ 0,081 0,232 f
54	Xe	134		10,52		
	Xe	135			15,3 min ↓ *IN*	e^- 0,52
					9,2 h	β^- 0,93 γ 0,247 f
	Xe	136		8,93		
	Xe	137			3,9 min	$\beta^- \sim 4{,}0$ f
	Xe	138			17 min	β^- f
	Xe	139			41 s	β^- f
	Xe	140			16 s	β^- f
	Xe	141			3 s	β^- f
	Xe	143			~1 s	β^- f
	Xe	144			~1 s	β^- f
	Xe	145			0,8 s	β^- f
55	Cs	127			5,5 h	$\beta^+ \sim 1{,}2$
	Cs	128			3,1 min	β^+ 3,0
	Cs	129			31 h	$\gamma \sim 0{,}5$ e^- 0,33 fără β^+
	Cs	130			30 min	β^- 0,442 β^+ 1,97 K fără γ
	Cs	131			10 d	K fără β^+
	Cs	132			7,1 d	γ 0,62 e^- K
	Cs	133		100		
	Cs	134			3,15 h ↓ *IN*	β^- 2,4 γ 0,7 e^- 0,128

Nuclidul Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	Abundența naturală %	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia MeV
					2,3 a	β^- 0,648 0,092 γ 0,793 0,601 0,567
55	Cs	135			$2,9\times10^6$ a	β^- 0,19 fără γ f
	Cs	136			13 d	β^- 0,35 0,28 γ 0,9 1,2 f
	Cs	137			33 a	β^- 0,518 1,17 γ 0,663
	Cs	138			33 min	β^- 2,68 γ 1,2
	Cs	139			9,5 min	β^- f
	Cs	140			66 s	β^- f
	Cs	141			instabil	β^- f
	Cs	142			~1 min	β^- f
	Cs	143			instabil	β^- f
	Cs	144			instabil	β^- f
	Cs	145			instabil	β^- f
56	Ba	128			2,4 d	β^- 3,1 γ
	Ba	129			2,0 h	β^-
	Ba	130		0,103		
	Ba	131			13 d	γ 0,494 0,122 0,372 0,206 K fără $\begin{cases}\beta^- \\ e^-\end{cases}$
	Ba	132		0,096		
	Ba	133			38,9 h ↓ *IN* 10 a	e^- 0,275 0,012 γ 0,085 0,320 e^- K
	Ba	134	2,39			
	Ba	135		6,56	28,7 h ↓ *IN* stabil	e^- 0,269

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală %	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia MeV	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)				
56	Ba	136		7,74			
	Ba	137			2,6 min ↓ *IN*	e^- 0,661	*f*
				11,25	stabil		
	Ba	138		71,83			
	Ba	139			85 min	β^- 2,27 γ 0,165 1,05	*f*
	Ba	140			12,8 d	β^- 1,022 0,48 γ 0,54 0,306 0,160	*f*
	Ba	141			18 min	β^- 2,8 γ	*f*
	Ba	142			6 min	β^-	*f*
	Ba	143			<30 s	β^-	*f*
	Ba	144			instabil	β^-	*f*
	Ba	145			instabil	β^-	*f*
57	La	131			58 min	β^+ 1,6	
	La	132			4,5 h	β^+ 3,5 γ 1,0	
	La	133			4,0 h	β^+ 1,2 γ 0,8 *K*	
	La	134			6,5 min	β^+ 2,7 *K*	fără $\begin{cases}\gamma\\ e^-\end{cases}$
	La	135			19,5 h	γ 0,76 *K*	
	La	136			9,5 min	β^+ 2,1 γ *K*	
	La	137			>400 a		
	La	138		0,089 *R*	$1{,}2\times10^{12}$ a	β^- 1,0 γ e^- 1,0	

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
57	La	139	138,955	99,911		
	La	140			40,0 h	β^- 1,32 1,67 2,26 γ 1,65 0,87 2,3 0,33 *f*
	La	141			3,7 h	β^- 2,8 *f*
	La	142			77 min	β^- γ *f*
	La	143			19 min	β^- *f*
	La	144			instabil	β^- *f*
	La	145			instabil	β^- *f*
58	Ce	133			6,3 h	β^+ 1,3 γ 1,8 *K*
	Ce	134			72,0 h	*K* fără γ
	Ce	135			22 h	β^+ 0,8
	Ce	136		0,195		
	Ce	137			36 h	γ 0,28 0,75 *K* fără $\left\{\begin{matrix}\beta^+\\ e^-\end{matrix}\right.$
	Ce	138		0,265		
	Ce	139			140 d	γ 0,166 0,275 *K*
	Ce	140		88,45		
	Ce	141			32,5 d	β^- 0,41 0,56 γ 0,141
	Ce	142		11,10		
	Ce	143			33 h	β^- 1,36 γ 0,04 0,20 0,87 *f*
	Ce	144			290 d	β^- 0,307 0,446 γ 0,03 0,134 *f*
	Ce	145			18 h	β^- *f*
	Ce	146			14,6	β^-

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%		MeV
59	Pr	138			2,0 h	β^+ 1,4 γ 0,16 0,50 1,3 e^- K
	Pr	139			4,5 h	β^+ 1,0 γ 1,0 K
	Pr	140			3,5 min	β^+ 2,5 γ 1,2 K
	Pr	141		100		
	Pr	142			19,1 h	β^- 2,154 0,636 γ 1,576 0,135
	Pr	143			13,8 d	β^- 0,93 fără γ f
	Pr	144			17 min	β^- 2,87 γ 1,25 0,695 0,22 f
	Pr	145			4,5 h	β^- 3,2 fără γ f
	Pr	146			24,6 min	β^- 3,0 γ 1,4 f
60	Nd	138?			22 min	β^+ 2,4
	Nd	139			5,5 h	β^+ 3,1 γ 0,28 1,3 e^- K
	Nd	140			3,3 d	γ K
	Nd	141			2,42 h	β^+ 0,7 γ 1,05 K
	Nd	142		27,13		
	Nd	143		12,20		
	Nd	144		23,87		
	Nd	145		8,30		
	Nd	146	145,964	17,18		

Nuclidul				Abundenţa naturală	Timpul de înjumătăţire	Caracteristicile transformării radiaţia sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV	
60	Nd	147			11,6	β^- 0,78 0,35 γ 0,091 0,520	*f*
	Nd	148	147,946	5,72			
	Nd	149			1,8 h	β^- 0,95 1,1 1,5 γ 0,030...0,650	
	Nd	150	149,970	5,60 *R*	$>2\times10^{15}$ a		
	Nd	151			12 min	β^- 1,93 γ 0,085 0,72 1,14	
61	Pm	141			20 min	β^+ ~2,6 γ	
	Pm	142			<2 min ?		
	Pm	143			285 d	γ 0,95 *K*	
	Pm	145			~30 a		
	Pm	146			2,7 h	β^- 2,0 γ	
	Pm	147			2,6 a	β^- 0,229 fără γ	*f*
	Pm	148			5,3 d	β^- 2,5 γ 0,8	
					48 d	β^- 0,6 1,7 γ 0,54	
	Pm	149			48 h	β^- 1,05 γ 0,25	*f*
	Pm	150			2,7 h	β^- 2,01 3,00 γ 0,3 1,4	
	Pm	151			28 h	β^- 1,1 γ 0,065 ... 0,715	*f*
	Pm	153			<5 min	β^-	
	Pm	156			<5 min	β^-	
62	Sm	143			8 min		
	Sm	144		2,87			

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
62	Sm	145			410 d	γ 0,061 K
	Sm	147		14.94 R	$6{,}7\times10^{11}$ a	α 2,1 fără e^-
	Sm	148		11,24		
	Sm	149		13,85		
	Sm	150		7,36		
	Sm	151			70 a	β^- 0,075 fără e^- f
	Sm	152		26,90		
	Sm	153			47 h	β^- 0,820 γ 0,069 0,103 0,61 f
	Sm	154		22,84		
	Sm	155			23,5 min	β^- 1,8 γ 0,105 0,246 f
	Sm	156			~10 h	β^- ~0,8 f
63	Eu	145			5 d	e^- 0,2
	Eu	146			38 h	e^- 0,4
	Eu	147			24 d	β^- 1,0 0,4 e^- 0,2 K
	Eu	148			58,6 d	γ 0,69 e^- 0,38 K
	Eu	149			14 d	γ 1,0 e^- 0,1 K
	Eu	150			13,1 h	β^- 0,8 1,0 1,1 β^+ 1,8
	Eu	151		47,77		
	Eu	152			9,2 h ↓ *IN*	β^- 0,36 1,8 γ 0,12 0,16 0,72 1,0 K

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	[Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%		MeV
					5,3 a	β^- 0,9 1,7 γ 0,3 1,2 K
63	Eu	153		52,23		
	Eu	154			5,4 a	β^- 0,3 0,7 1,9 γ 1,22 1,17
	Eu	155			1,7 a	β^- 0,154 0,243 2,23 γ 0,085 0,099 f
	Eu	156			15,4 d	β^- 0,5 2,5 γ 2,0 f
	Eu	157			15,4 h	β^- 1,0 1,7 γ 0,2 0,6 f
	Eu	158			60 min	β^- 2,6 f
	Eu	159?			20 min	β^-
64	Gd	149			9 d	γ 3,0 e^- 0,35
	Gd	150			$>10^4$ a	α 2,7
	Gd	151			150 d	γ 0,265 fără β^+ e^- 0,22 K
	Gd	152		0,20		
	Gd	153			236 d	γ 0,106 0,260 fără β^+ e^- K
	Gd	154		2,15		
	Gd	155	154,977	14,78		
	Gd	156	155,977	20,59		
	Gd	157	156,976	15,71		
	Gd	158	157,976	24,78		
	Gd	159			18,0 h	β^- 0,85 γ 0,055 0,35
	Gd	160	159,976	21,79		

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
64	Gd	161			3,6 min	β^- 1,5 γ 0,37 e^- 0,066
65	Tb	152			4,5 h	K
	Tb	153			5,1 d	γ 0,23 1.2 fără β^+ e^- 0,15 K
	Tb	154			17,2 h	β^+ 2,6 γ 1,4 e^- 0,22 K
	Tb	155			190 d	γ 1,4 e^- 0,1 K
	Tb	156				β^+ 1,3 γ 0,3 1,1 K
	Tb	157			4,7 d	γ 1,4 e^- 0,09 0,2 K
	Tb	158			3,6 min	β^+
	Tb	159		100		
	Tb	160			71 d	β^- 0,546 0,882 0,71 γ 0,086...0,297 1,15
	Tb	161			7,2 d	β^- 0,50 γ 0,05
66	Dy	154?			20 min	α 4,1
	Dy	156		0,052		
	Dy	158		0,0902		
	Dy	159			134 d	β^+ e^- K
	Dy	160		2,29		
	Dy	161		18,88		

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
66	Dy	162		25,52		
	Dy	163		24,97		
	Dy	164		28,18		
	Dy	165			1,25 min ↓ *IN*	e^- 0,109
					2,42 h	β^- 0,42 0,88 1,25 γ 0,76 0,36 0,27 0,095
	Dy	166			81 h	β^- 0,4 γ
67	Ho	160			22,5 min	β^+ 1,3 γ 1,2 e^- 0,17 K
	Ho	161			4,6 h	γ 1,1 e^- 0,1 K
	Ho	162			65,0 d	β^- 0,8 γ 1,0 e^- 0,1 K
	Ho	163			5,2 d	γ 0,5 1,4 e^- K
	Ho	164			34,0 min	β^- 0,95
	Ho	165		100		
	Ho	166			> 30 a	β^- 0,18 0,28 γ 0,09 0,21 0,72 0,83
					27,3 h	β^- 1,84 0,55 γ 0,081 1,36
	Ho	169?			44 min	β^-
68	Er	162		0,136		
	Er	163			11,2 h	γ 1,1 e^- 0,08 K
	Er	164		1,56		

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
68	Er	165			10,0 h	*K*
	Er	166		33,41		
	Er	167		22,94		
	Er	168		27,07		
	Er	169			9,4 d	β^- 0.33 fără γ
	Er	170		14,88		
	Er	171			7,5 h	β^- 1,05 0,67 1,49 γ 0,305 0,113 0,805
	Er				2,5 s ↓ *IN* stabil	e^- 0,180
69	Tm	166			7,7 h	β^+ 2,1 γ 1,7 e^- 0,24 *K*
	Tm	167			9,6 d	γ 0,22 0,95 e^- 0,21 *K*
	Tm	168			85 d	β^- 0,5 γ 0,21 0,85 e^- 0,16 *K*
	Tm	169		100		
	Tm	170			127 d	β^- 0,990 0,886 γ 0,085
	Tm	171			680 d	β^- 0,10
70	Yb	167		<0,002		
	Yb	168		0,14		
	Yb	169			31,8 d	γ 0,064 ... 0,308 e^- *K*
	Yb	170		3,03		
	Yb	171		14,34		

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara) $^{16}O=16$	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
70	Yb	172		21,88		
	Yb	173		16,18		
	Yb	174		31,77		
	Yb	175			4,2 d	β^- 0,13 0,5 γ 0,35
	Yb	176		12,65		
	Yb	177			1,8 h	β^- 1,3 γ 0,15
71	Lu	170			1,7 d	γ 2,5 e^- 0,1 *K*
	Lu	171			8,5 d	γ 1,2 e^- 0,17 0,5 *K*
					~600 d	γ 1,0 e^- 0,1 *K*
	Lu	172			6,70 d	γ 1,2 e^- 0,13 0,6 *K*
	Lu	173			~500 d	γ 0,22 0,88 e^- *K*
	Lu	174			165 d	β^- 0,6 γ e^- 0,16 *K*
	Lu	175		97,5		
	Lu	176			3,75 h	β^- 1,1 1,2 γ 0,089
				2,5% *R*	$7,2\times10^{10}$ a	β^- 0,4 γ 0,27 0,18
	Lu	177			6,7 d	β^- 0,495 0,366 0,169 γ 0,112 0,206 0,317
	Lu	178			8 h	

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara ^{16}O=16)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV	
71	Lu	179			22 min		
72	Hf	170			1,87 h	β	2,4
	Hf	171			16,0 h	γ e^- K	1,4 0,15
	Hf	172			~5a	γ e^- K	0,28 0,80
	Hf	173			23,6 h	γ e^- K	1,0 0,12 0,22
	Hf	174		0,18			
	Hf	175			70 d	γ e^- K	0,342 0,228 0,113
	Hf	176		5,15			
	Hf	177		18,39			
	Hf	178		27,08			
	Hf	179			19 s	γ e^- K	0,215 0,160
				13,78	↓ *IN* stabil		
	Hf	180			5,5 h	e^- K	0,330 0,442
				35,44	↓ *IN* stabil		
	Hf	181			45 d	β^- γ	0,410 0,133 0,345 0,136 0,481
73	Ta	176			8,0 h	γ e^- K	1,3 fără β^+ 0,12 0,18
	Ta	177			2,2 d	γ e^- K	1,4 0,1

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV		
73	Ta	178			9,35 min	β^-	1,06	
						γ	1,05	
						e^-	0,08	
						K		
					2,1 h	β^+	1,0	
						γ	1,3	1,5
						e^-	0,1	
						K		
	Ta	179			~600 d	γ	0,7	
						e^-	0,1	
						K		
	Ta	180			8,15 h	β^-	0,6	0,7
						γ	0,092	0,103
						e^-	0,48	
						K		
	Ta	181		100				
	Ta	182			16,4 min	β^-	0,2	
						e^-	0,180	
					↓ *IN*	K		
					115 d	β^-	0,52	1,1
						γ		
	Ta	183			4,8 d	β^-	0,6	
	Ta	185			46 min	β^-	1,7	
						e^-	0,075	
						K		
74	W	176			80 min	β^+	2,0	
						γ	1,3	
						e^-	0,1	0,2
						K		
	W	177			2,2 h	γ	0,45	1,2
						e^-	0,13	0,4
						K		
	W	178			21,5 d	γ	0,27	
	W	179			5,2 min	e^-		
						K		
					30 min	K		fără $\left\{\begin{matrix}\gamma\\ e^-\end{matrix}\right.$
	W	180		0,126				

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
74	W	181			140 d	γ 1,83 e^- 0,07 0,09 K
	W	182		26,31		
	W	183			5,5 s	e^- 0,08
				14,28	↓ *IN* stabil	
	W	184		30,64		
	W	185			1,85 min	e^- 0,075
					↓ *IN* 73 d	β^- 0,43 γ 0,134
	W	186		28,64		
	W	187			24,1 h	β^- 0,627 1,318 γ 0,680 0,615 0,478 0,133 0,078
	W	188			65 d	β^- γ ~2
75	Re	181 ?			~1 h	
	Re	182			14 h	γ 0,11...0,346 0,92 1,6 K
	Re	183			67 h	γ 1,75 K
					240 d	γ 0,081 0,252 1,0 K
	Re	184			50 d	γ 0,205 0,285 1,05 e^- K
					↓ *IN* 2,2 d	γ 0,043 0,159 e^- 0,2 1,1 K
	Re	185		37,07		
	Re	186			92,8 h	β^- 1,07 0,93 0,3 γ 0,137 0,764 0,627 0,123 K

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%			MeV
75	Re	187		62,93 *R*	4 × 10^{12} a	β^-	0,043
	Re	188			16,9 h	β^- γ	2,10 0,15 0,48 0,64 0,95 1,40
	Re	189?			~150 d	γ e^-	1,0 0,16
76	Os	184		0,018			
	Os	185			97 d	γ *K*	0,65 0,88
	Os	186		1,59			
	Os	187		1,64			
	Os	188		13,3			
	Os	189		16,1			
	Os	190		26,4			
	Os	191			14 h ↓ *IN* 15,0 d	e^- β^- γ	0,074 0,143 0,042 0,128
	Os	192		41,0			
	Os	193			32 h	β^- γ e^-	1,10 1,5 0,14
	Os	194			~700 d		
77	Ir	187			11,8 h	β^+ γ e^- *K*	2,2 1,3 0,28
	Ir	188			41,5 h	β^+ γ e^-	2,0 1,8 0,16
	Ir	189			> 100 d		
	Ir	190			3,2 h ↓ *IN*	β^+ e^-	1,7 0,2 0,8

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV		
					12,6 d	γ e^- K	0,17 0,17	0,55 0,5
77	Ir	191	191,038	38,5				
	Ir	192			1,5 min ↓ *IN* 74,7 d	γ e^- β^- γ	 0,057 0,137...0,651	
	Ir	193	193,039	61,5				
	Ir	194			19,0 h	β^- γ	2,1 1,43	0,48 0,4
	Ir	195?			2,3 h	β^-	~1,0	
	Ir	197?			7 min			
78	Pt	190		0,012				
	Pt	191			3,0 d	γ K	0,57	1,5
	Pt	192		0,78				
	Pt	193			4,3 d	γ e^- K	0,126 0,115	1,5
	Pt	194	194,039	32,8				
	Pt	195		33,7	3,8 d ↓ *IN* stabil	γ e^-	0,126 0,129	0,337
	Pt	196	195,039	25,4				
	Pt	197			80 min ↓ *IN* 18 h	e^- β^- γ	0,337 0,40 0,191	 0,67 0,077
	Pt	198	198,044	7,23				
	Pt	199			29 min	β^-	1,8	
79	Au	190?			4,3 min	β^+ K		

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia				
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV				
79	Au	191			18 h	*K*				
	Au	192			4,0 h	β^-	1,9			
						γ	2,3			
						e^-	0,4	1,5		
						K				
	Au	193			15,8 h	e^-	0,2			
						K				
	Au	194			39,5 h	β^+	1,8			
						γ	0,291	2,1	1,48	
						K				
	Au	195			185 d	γ	0,097	0,029	0,126	1,6
						K				
	Au	196			14,0 h	e^-				
						K				
					↓ *IN*					
					5,6 d	β^-	0,30			
						γ	0,175	0,330	0,358	
						K				
	Au	197			7,4 s	γ				
						e^-	0,130	0,279	0,077	
					↓ *IN*					
				100%	stabil					
	Au	198			2,7 d	β^-	0,290	0,957	1,38	
						γ	0,676	0,411	1,087	
										fără *K*
	Au	199			3,3 d	β^-	0,300	0,250	0,460	
						γ	0,23	0,156	0,207	0,024
	Au	200			48 min	β^-	2,5			
80	Hg	191			12,4 h	γ				
						e^-				
						K				
	Hg	192			8,4 h	γ				
						e^-				
						K				
	Hg	193			10 h	γ				
						e^-				
						K				

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$		MeV
80	Hg	194			~1 d		
	Hg	195			31 h	γ e^- K	
	Hg	196		0,16			
	Hg	197			23 h	γ e^- K	0,275 0,165 0,135 0,165
					↓ *IN*		
					65 h	γ K	0,191 0,077
	Hg	198		10,02			
	Hg	199			44 min	γ e^-	0,155 0,368
					↓ *IN*		
				16,92	stabil		
	Hg	200		23,10			
	Hg	201		13,22			
	Hg	202		29,72			
	Hg	203			46,5 d	β^- γ e^-	0,208 0,279
	Hg	204		6,84			
	Hg	205			5,66 min	β^-	1,75
81	Tl	198			1,8 h	γ e^- K	1,3 0,4
	Tl	199			7 h	γ e^- K	0,047...0,490 0,5
	Tl	200			27 h	γ e^- K	0,365 0,577 1,210 1,360 0,4
	Tl	201			72 h	γ K	0,21

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă *A*	Masa atomică (Scara $^{16}O = 16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$		MeV
81	Tl	202			11,5 d	γ e^- K	0,435 0,35
	Tl	203	203,059	29,52			
	Tl	204			2,7 a	β^- K	0,762 fără γ
	Tl	205	205,059	70,48			
	Tl	206	RaE″	*R*	4,23 min	β^-	1,8 fără γ
	Tl	207	AcC″	*R*	4,76 min	β^- γ	1,44 0,87
	Tl	208	ThC″	*R*	3,1 min	β^- γ e^-	1,792 0,582 2,615 0,233 0,277 0,510 0,859
	Tl	209			2,2 min	β^-	1,8
	Tl	210	RaC″	*R*	1,32 min	β^- γ	1,8 1,9
82	Pb	198			~25 min		
	Pb	199			~80 min	K	
	Pb	200			18 h	K	
	Pb	201			8 h	γ e^- K	
	Pb	202			>500 a		
	Pb	203			47,9 h	γ e^- K	0,279 0,47
	Pb	204			68 min ↓ *IN*	γ e^-	0,374 0,905
				1,37	stabil		
	Pb	205			~10 min	β^+	
	Pb	206	206,061	26,26			

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia	
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%			MeV
82	Pb	207			0,9 s ↓ *IN*	γ	0,54 1,06
				20,82	stabil		
	Pb	208	208,060	51,55			
	Pb	209			3,32 h	β^-	0,68 fără γ
	Pb	210	RaD	*R*	25 a	β^- γ	0,029 0,017 0,007...0,047
	Pb	211	AcB	*R*	36,1 min	β^- γ	1,4 0,5 0,829
	Pb	212	ThB	*R*	10,6 h	β^- γ	0,355 0,590 0,238 0,115 0,176 0,250 0,300
	Pb	214	RaB	*R*	26,8 min	β^- γ	0,72 0,053...0,351 0,584...1,438
83	Bi	197			1,7 min	α	6,2
	Bi	198			7 min	α *K*	5,83
	Bi	199			25 min	α *K*	5,47
	Bi	200			35 min	*K*	
	Bi	201			62 min	α *K*	5,15
					2 h	*K*	
	Bi	202			95 min	γ *K*	fără β^+
	Bi	203			12 h	α *K*	~4,85
	Bi	204			12 h	γ e^- *K*	0,217 0,2
	Bi	205			14,5 d	γ *K*	0,431 0,527 0,550 0,746 1,84

Nuclidul				Abundenţa naturală	Timpul de înjumătăţire	Caracteristicile transformării radiaţia sau energia		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$		MeV	
83	Bi	206			6,2 d	γ *K*	0,182...1,720	fără β^+
	Bi	207			~50 a	γ *K*	0,565 1,063 1,46 2,05...2,49	
	Bi	208			instabil	*K*		
	Bi	209	209,056	100				
	Bi	210	RaE	*R*	4,85 d	α β^- γ	5,0 1,080 1,165 0,08	
					~10^6 a	α	4,93	
	Bi	211	AcC	*R*	2,16 min	α β^- γ	6,618 6,272 0,35 0,46	
	Bi	212	ThC	*R*	60,5 min	α β^- γ	6,074 6,113 5,762 5,601 2,25 0,040...0,719	
	Bi	213			47 min	α β^-	6,0 1,2	
	Bi	214	RaC	*R*	19,7 min	α β^- γ	5,444 5,505 1,650 3,173 0,426...2,420	
	Bi	215			8 min	α	8,3	
84	Po	200			11 min	α *K*	5,84	
	Po	201			18 min	α	5,70	
	Po	202			52 min	α *K*	5,59	
	Po	203			47 min	*K*		fără α
	Po	204			3,8 h	α *K*	5,37	
	Po	205			1,5 h	α *K*	5,2	

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic *Z*	Simbolul	Numărul de masă *A*	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
84	Po	206			9 d	α 5,2 γ 0,3 0,8 *K*
	Po	207			5,7 h	α 5,1 γ 1,3 *K*
	Po	208			2,93 a	α 5,14 fără γ
	Po	209			∼200 a	α 4,90
	Po	210	RaF	*R*	138 d	α 5,303 γ 0,803
	Po	211	AcC′	*R*	0,52 s ↓ *IN* 25 s	α 7,434 α 7,14
	Po	212	ThC′	*R*	3×10^{-7} s	α 8,776 10,574
	Po	213			$3{,}2\times10^{-6}$ s	α 8,34
	Po	214	RaC′	*R*	$1{,}64\times10^{-4}$ s	α 7,683
	Po	215	AcA	*R*	$1{,}83\times10^{-3}$ s	α 7,365 β^-
	Po	216	ThA	*R*	0,158 s	α 6,774 β^-
	Po	217			instabil	α 6,5
	Po	218	RaA	*R*	3,05 min	α 5,998 β^-
85	At	201?			43 s	α 6,50
	At	202?			1,7 min	α 6,35
	At	203?			7 min	α 6,10
	At	204			25 min	*K*
	At	205			25 min	α 5,9 *K*
	At	206			2,6 h	*K*
	At	207			2,0 h	α 5,75 *K*

Nuclidul				Abundenţa naturală	Timpul de înjumătăţire	Caracteristicile transformării radiaţia sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
85	At	208			6,3 h	K
	At	209			5,5 h	α 5,65 K
	At	210			8,3 h	α 1,0 K
	At	211			7,5 h	α 5,89 K
	At	212			0,25 s	α
	At	214			instabil	α 8,78
	At	215		R	~10^{-4} s	α 8,04
	At	216			3×10^{-4} s	α 7,79
	At	217			0,018 s	α 7,00
	At	218		R	~2 s	α 6,72 β^-
	At	219			0,9 min	α 6,27 β^-
86	Rn	209			31 min	α 6,02 K
	Rn	210			2,7 h	α 6,02 K
	Rn	211			16 h	α 5,82 K
	Rn	212			23 min	α 6,17 K
	Rn	215			instabil	α 8,6
	Rn	216			instabil	α 8,01
	Rn	217			10^{-3} s	α 7,74
	Rn	218			0,019 s	α 7,12
	Rn	219		R	3,92 s	α 6,824 6,558 6,434 6,224 γ 0,067 0,392
	Rn	220		R	54,5 s	α 6,282

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
86	Rn	221			24 min	α β^-
	Rn	222	Rn	*R*	3,825 d	α 5,486
87	Fr	211			8 min	*K*
	Fr	212			19,3 min	α 6,25 *K*
	Fr	213			<5 min	
	Fr	217			instabil	α 8,3
	Fr	218			instabil	α 7,85
	Fr	219			∼0,02 s	α 7,30
	Fr	220			27,5 s	α 6,69
	Fr	221			4,8 min	α 6,30
	Fr	222			14,8 min	β^-
	Fr	223	AcK	*R*	21 min	β^- 1,20 γ 0,049 0,095
88	Ra	219			instabil	α 8,0
	Ra	220			instabil	α 7,49
	Ra	221			30 s	α 6,71
	Ra	222			38,0 s	α 6,51
	Ra	223	AcX	*R*	11,2 d	α 5,719 5,607 5,533 5,439 γ 0,144 . . . 0,340
	Ra	224	ThX	*R*	3,64 d	α 5,66 5,448 5,194 γ 0,250
	Ra	225			14,8 d	β^- 0,2
	Ra	226		*R*	1620 a	α 4,795 4,611 4,21 γ 0,188
	Ra	227			41,2 min	β^-
	Ra	228	$MsTh_1$	*R*	6,7 a	β^- 0,030
	Ra	230			1 h	β^- 1,2

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundenţa naturală	Timpul de înjumătăţire	Caracteristicile transformării radiaţia sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
89	Ac	222			5,5 s	α 6,96
	Ac	223			2,2 min	α 6,64 K
	Ac	224			2,9 h	α 6,17 K
	Ac	225			10,0	α 5,80
	Ac	226			22 h	β^-
	Ac	227		R	27,7 a	α 4,94 β^- 0,02 γ 0,037
	Ac	228	$MsTh_2$	R	6,13 h	α 4,54 β^- 1,5 2,0 γ 0,058 ... 0,969
	Ac	229			66 min	
	Ac	230			<1 min	β^- 2,2
90	Th	223			~0,1 s	α 7,55
	Th	224			~1 s	α 7,13
	Th	225			8,0 min	α 6,57 K
	Th	226			30,9 min	α 6,30
	Th	227	RaAc	R	18,6 d	α 5,674 ... 6,051 γ 0,043 ... 0,638
	Th	228	RaTh	R	1,90 a	α 5,423 5,338 γ 0,083 0,087
	Th	229			7340 a	α 4,85 4,94 5,02
	Th	230	Ioniu	R	8×10^4 a	α 4,682 4,612 γ 0,068 0,15 ... 0,20
	Th	231	UY	R	25,6 a	β^- 0,093 0,302 0,216 γ 0,022 0,085 0,059
	Th	232		100% R	$1,39\times10^{10}$ a	α 3,98 γ 0,055
	Th	233			23,5 min	β^- 1,23 fără γ

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
90	Th	234	UX_1	R	24,10 d	β^- 0,192 0,104 γ 0,090
91	Pa	225			2,0 s	α
	Pa	226			1,8 min	α 6,81
	Pa	227			38,3 min	α 6,46 K
	Pa	228			22 h	α 6,09 5,85 K
	Pa	229			1,5 d	α 5,69 K
	Pa	230			17,7 d	α β^- 1,1 γ 0,94 K
	Pa	231		R	34,300 a	α 4,66 5,042 γ 0,095 0,294 0,323
	Pa	232			1,32 d	β^- 0,28 γ 0,23 1,05
	Pa	233			27,4 d	β^- 0,530 γ 0,0289 0,4164
	Pa	234	UX_2		1,14 min	β^- 2,32 0,8 γ 1,5 0,782 0,822 e⁻ 0,394
			UZ		$\downarrow$ *IN* 6,7 h	β^- 0,45 1,2 γ 0,782 0,822
	Pa	235			23,7 min	β^- 1,4 fără γ
92	U	227			1,3 min	α 6,8
	U	228			9,3 min	α 6,67 K
	U	229			58 min	α 6,42 K
	U	230			20,8 d	α 5,86
	U	231			4,2 d	α K fără γ

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
92	U	232			70 a	α 5,31 γ 0,060
	U	233			$1,62\times10^5$ a	α 4,80 γ 0,04 0,08 0,31
	U	234		0,0058 *R*	$2,48\times10^5$ a	α 4,76 γ 0,055
	U	235	AcU	0,71 *R*	$7,1\times10^8$ a	α 4,40 4,58
	U	236			$2,46\times10^7$ a	α 4,499 γ 0,050
	U	237			6,63 d	β^- ~0,25 γ 0,05 0,22 0,40 e^-
	U	238	U I	99,28 *R*	$4,498\times10^9$ a	α 4,180 γ 0,045
	U	239			23,5 min	β^- 1,12 γ 0,073
	U	240			~18 h	β^-
93	Np	231			50 min	α 6,2 *K*
	Np	232			13 min	γ *K*
	Np	233			35 min	α 5,53 γ *K*
	Np	234			4,40 d	γ 1,9 *K*
	Np	235			435 d	α 5,06 *K*
	Np	236			22 h	β^- 0,51 0,36 γ 0,15 *K*
	Np	237			$2,2\times10^6$ a	α 4,77 γ 0,065

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
93	Np	238			2,10 d	β^- 0,258 1,272 γ 0,983 0,047 1,030 0,043 0,103
	Np	239			2,33 d	β^- 0,288 0,403 0,676 γ 0,0229 0,277
	Np	240			7,3 min	β^- ~1,3
	Np	241			60 min	β^- 0,89 γ
94	Pu	232			36 min	α 6,6 K
	Pu	234			8,5 h	α 6,2 K
	Pu	235			26 min	α 5,85 K
	Pu	236			2,7 a	α 5,75 γ 0,045
	Pu	237			40 d	K fără γ
	Pu	238			92 a	α 5,49 γ 0,040
	Pu	239			24,100 a	α 5,147 5,1 γ 0,035 0,050
	Pu	240			6580 a	α 5,16
	Pu	241			14 a	α 4,91 β^- 0,01
	Pu	242			5×10^5 a	α 4,88
	Pu	243			5 h	β^- 0,39 γ 0,095 0,12
95	Am	237			~1,3 h	α 6,01 K
	Am	238			2,1 h	e^- K
	Am	239			12 h	α 5,77 γ 0,285 K

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
95	Am	240			50 h	γ 1,3 K fără γ
	Am	241			475 a	α 5,476 5,433 γ 0,0597 0,100 0,041
	Am	242			16 h	β^- 0,628 γ 0,038 0,052 e^- 0,052 K
					↓ *IN* ~100 a	α β 0,58
	Am	243			~10^4 a	α 5,21
	Am	244			25 min	β^-
96	Cm	238			2,5 h	α 6,50
	Cm	239			~3 h	K
	Cm	240			26,8 d	α 6,26 K
	Cm	241			35,0 d	α 5,89 K
	Cm	242			162 d	α 6,08 γ 0,045
	Cm	243			35 a	α 5,777 5,732 5,985 6,003 5,672
	Cm	244			19 a	α 5,798 5,755
	Cm	245			2×10^4 a	α 5,36
	Cm	246			3000 a	α 5,36
	Cm	247			> 60 d	α
	Cm	248			$4,7\times10^5$ a	α 5,054
	Cm	249			~1 h	β^-
97	Bk	243			4,5 h	K α 6,55 6,72 6,20
	Bk	244			~4,4 h	K α 6,66

6.10.1 (continuare)

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%	$T_{\frac{1}{2}}$	MeV
97	Bk	245			4,95 d	K α 6,33 6,17 5,89
	Bk	246			1,9 d	K
	Bk	247			7×10^3 a	α 5,50 5,67 5,30
	Bk	248			23 h	β^- 0,670 K
	Bk	249			270 d	β^- 0,1 α 5,4 5,08
	Bk	250			3,13 h	β^- 0,9 1,9
98	Cf	244			25 min	α 7,17 K
	Cf	245			44 min	K α 7,11
	Cf	246			35,7 h	α 6,753 6,711
	Cf	247			2,4 h	K
	Cf	248			250 d	α 6,26
	Cf	249			470 a	α 5,82 5,91 6,190
	Cf	250			12 a	α 6,024 5,980
	Cf	251			$\geqslant 18$ d	α
	Cf	252			2,2 a	α 6,112 6,069 *F S*
	Cf	253			∼20 d	β^-
	Cf	254			55 d	*F S*
99	Es	246			∼1 min	K
	Es	247			7,3 min	α 7,35
	Es	248			25 min	K α 6,76
	Es	249			2 h	α 6,76
	Es	250			8 h	K
	Es	251			1,5 d	α 6,48 K

Nuclidul				Abundența naturală	Timpul de înjumătățire $T_{\frac{1}{2}}$	Caracteristicile transformării radiația sau energia
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Masa atomică (Scara $^{16}O=16$)	%		MeV
99	Es	252			~140 d	α 6,64
	Es	253			~20 d	α 6,633 6,592 6,543
	Es	254			36 h	β^- 1,1 K
					320 d	α 6,44
	Es	255			24 d	β^-
	Es	256			instabil	β^-
100	Fm	250			~0,5 h	α 7,43
	Fm	251			6 h	K α 6,9
	Fm	252			30 h	α 7,1
	Fm	253			~d	K
	Fm	254			3,2 h	α 7,22
	Fm	255			~16 h	α 7,1
	Fm	256			3 h	*FS*
101	Md	256			~0,5 h	K
102	No	258			10 min	

6.10.2. Radionuclizi importanți emițători de radiații alfa

Radionuclidul	Timpul de înjumătățire	Energia particulelor alfa, MeV	Numărul de particule alfa/100 dezintegrări
$^{211}_{83}$Bi	2,16 min	6,62	84
$^{212}_{83}$Bi	60,5 min	6,08	9
		6,04	24
$^{210}_{84}$Po	138,4 d	5,3	100
$^{211}_{84}$Po	$5\cdot10^{-1}$ s	7,43	100
$^{212}_{84}$Po	$2{,}6\cdot10^{-6}$ s	8,78	100

6.10.2 (continuare)

Radionuclidul	Timpul de înjumătățire	Energia particulelor alfa, MeV	Numărul de particule alfa/100 dezintegrări
${}^{214}_{84}\mathrm{Po}$	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$ s	7,68	100
${}^{218}_{84}\mathrm{Po}$	3,05 min	6,0	100
${}^{211}_{85}\mathrm{At}$	7,5 h	5,89	40,9
${}^{215}_{85}\mathrm{At}$	10^{-4} s	8,0	100
${}^{220}_{86}\mathrm{Rn}$	54,4 s	6,28	100
Rn	3,82 d	5,48	100
${}^{221}_{87}\mathrm{Fr}$	4,8 min	6,3	100
${}^{222}_{88}\mathrm{Ra}$	38 s	6,55	100
${}^{223}_{88}\mathrm{Ra}$	11,2 d	5,71	50
		5,60	24
${}^{224}_{88}\mathrm{Ra}$	3,64 d	5,68	100
${}^{226}_{88}\mathrm{Ra}$	1 620 a	4,78	100
${}^{225}_{89}\mathrm{Ac}$	10,0 d	5,8	100
${}^{227}_{89}\mathrm{Ac}$	21,6 a	4,94	1,1
${}^{226}_{90}\mathrm{Th}$	30,0 min	6,3	100
${}^{227}_{90}\mathrm{Th}$	18,2 d	6,0	100
${}^{228}_{90}\mathrm{Th}$	1,90 a	5,4	100
${}^{229}_{90}\mathrm{Th}$	7 340 a	5,02	10
		4,85	70
${}^{230}_{90}\mathrm{Th}$	$8 \cdot 10^{4}$ a	4,68	76
		4,61	24
${}^{232}_{90}\mathrm{Th}$	$1{,}45 \cdot 10^{10}$ a	4,0	100
${}^{227}_{91}\mathrm{Pa}$	38,3 min	6,46	85
${}^{231}_{91}\mathrm{Pa}$	$3{,}4 \cdot 10^{4}$ a	5,0	100

6.10.2 (continuare)

Radio-nuclidul	Timpul de înjumătățire	Energia particulelor alfa, MeV	Numărul de particule alfa/100 dezintegrări
$^{230}_{92}U$	20,8 d	5,8	100
$^{232}_{92}U$	73,6 a	5,3	100
$^{233}_{92}U$	$1{,}62\cdot10^{5}$ a	4,82	83,5
		4,77	14,9
$^{234}_{92}U$	$2{,}5\cdot10^{5}$ a	4,7	100
$^{235}_{92}U$	$7{,}1\cdot10^{8}$ a	4,5	9
		4,37	25
		4,35	35
		4,33	14
$^{238}_{92}U$	$4{,}50\cdot10^{9}$ a	4,32	100
$^{237}_{93}Np$	$2{,}2\cdot10^{6}$ a	4,78	8
$^{236}_{94}Pu$	2,7 a	5,7	100
$^{238}_{94}Pu$	89,6 a	5,4	100
$^{239}_{94}Pu$	$24{,}3\cdot10^{3}$ a	5,1	
$^{240}_{94}Pu$	$6{,}6\cdot10^{3}$ a	5,1	
$^{242}_{94}Pu$	$3{,}70\cdot10^{5}$ a	4,9	
$^{241}_{95}Am$	458 a	5,5	
$^{243}_{95}Am$	$7{,}6\cdot10^{3}$ a	5,2	
$^{240}_{96}Cm$	26,8 d	6,25	
$^{242}_{96}Cm$	162,5 d	6,1	
$^{243}_{96}Cm$	35 a	5,7	
$^{244}_{96}Cm$	19,2 a	5,8	
$^{245}_{96}Cm$	$8\cdot10^{3}$ a	5,36	
$^{246}_{96}Cm$	6 600 a	5,37	

6.10.3. Radionuclizi emițători de radiații β^+

(m — nuclee stare metastabilă)

Radionuclidul	Timpul de înjumătățire	Energia radiațiilor MeV	Abundența relativă a radiațiilor, %
^{26}Al	7·10^5 a	1,16	85
^{72}As	26 h	1,84	3
		2,50	56
		3,34	17
		altele	2
^{74}As	18 d	0,91	26,1
		1,51	3,6
^{77}Br	58 h	0,336	0,7
^{80}Br	18 min	0,868	2,6
^{11}C	20,5 min	0,97	100
^{132}Cs	6,2 d	0,6	1,2
^{56}Co	77 d	1,50	18
^{58}Co	71 d	0,485	14,8
^{64}Cu	12,8 h	0,656	19
^{18}F	1,87 h	0,649	97
^{52}Fe	8 h	0,80	~57
^{66}Ga	9,5 h	0,92	4
		4,15	44
		altele	3
^{68}Ga	68 min	0,82	1
		1,89	86
^{124}I	4,5 d	0,9	0,5
		1,6	14
		2,2	11
^{126}I	13,3 d	0,46	0,3
		1,11	1,0
^{52m}Mn	21 min	2,63	100
^{52}Mn	5,7 d	0,575	29
^{13}N	10,1 min	1,2	100
^{22}Na	2,6 a	0,544	89,8
		1,830	0,06
^{15}O	2,1 min	1,7	100
^{84}Rb	33 d	0,8	10,9
		1,63	9,7
^{44}Sc	4 h	1,467	91,5
^{48}V	16 d	0,698	56
^{87}Y	80 h	0,7	0,3
^{88}Y	105 d	0,6	0,2
^{65}Zn	245 d	0,326	1,7

6.10.4. Radionuclizi emițători de radiații β^-

(m — nuclee în stare metastabilă)

Energia radiațiilor beta MeV	Timpul de		
	< 1 h	1 — 12 h	12 — 24 h
0 — 0,2		^{105}Ru	
0,2—0,4	^{70}Ga, ^{116m}In	^{165}Dy, ^{152} Eu, ^{56}Mn, ^{31}Si, ^{127}Te, ^{129}Te	^{194}Ir, ^{24}Na, ^{187}W
0,4 — 0,6	^{70}Ga, ^{116m}In	^{171}Er, ^{152m}Eu, ^{65}Ni, ^{105}Ru	^{64}Cu, ^{159}Gd, ^{28}Mg, ^{197}Pt, ^{142}Pr, ^{97}Zr
0,6 — 0,8	^{114}In	^{171}Er, ^{56}Mn, ^{127}Te, ^{129}Te	^{72}Ga, ^{194}Ir, ^{109}Pd, ^{197}Pt, ^{187}W
0,8 — 1,0	^{116m}In, ^{144}Pr, ^{69}Zn	^{139}Ba, ^{165}Dy, ^{171}Er, ^{132}I, ^{85m}Kr, ^{149}Nd, ^{97}Nd, ^{105}Ru, ^{129}Te	^{159}Gd, ^{72}Ga, ^{194}Ir
1,0 — 1,5	^{80}Br, ^{38}Cl	^{41}Ar, ^{139}Ba, ^{165}Dy, ^{171}Er, ^{152} Eu, ^{132}I, ^{56}Mn, ^{149}Nd, ^{65}Ni, ^{97}Nb, ^{105}Ru, ^{31}Si, ^{129}Te	^{109}Pd, ^{188}Re, ^{24}Na, ^{187}W
1,5 — 2,0	^{80}Br, ^{70}Ga, ^{114}In, ^{106}Rh	^{132}I, ^{149}Nd, ^{105}Ru	^{72}Ga, ^{194}Ir, ^{42}K, ^{188}Re, ^{97}Zr
2,0 — 3,0	^{28}Al, ^{38}Cl, ^{144}Pr, ^{106}Rh	^{41}Ar, ^{139}Ba, ^{132}I, ^{56}Mn, ^{65}Ni	^{72}Ga, ^{194}Ir, ^{143}Pr, ^{188}Re
> 3,0	^{38}Cl, ^{106}Rh		^{72}Ga, ^{42}K, ^{24}Na

înjumătăţire

1 – 10 d	10–100 d	100 d – 1 a	> 1 a
^{77}As, ^{166}Ho, ^{177}Lu, ^{153}Sm, ^{175}Yb	^{115m}Cd, ^{181}Hf, ^{192}Ir, ^{95}Nb, ^{191}Os, ^{233}Pa, ^{103}Ru, ^{124}Sb, ^{35}S	^{110m}Ag, ^{144}Ce, ^{106}Ru, ^{182}Ta, ^{127m}Te	^{14}C, ^{134}Cs, ^{155}Eu, ^{3}H, ^{85}Kr, ^{63}Ni, ^{125}Sb
^{76}As, ^{198}Au, ^{199}Au, ^{143}Ce, ^{169}Er, ^{166}Ho, ^{131}I, ^{177}Lu, ^{186}Re, ^{105}Rh, ^{121}Sn, ^{132}Te, ^{161}Tb, ^{133}Xe, ^{175}Yb	^{115m}Cd, ^{59}Fe, ^{181}Hf, ^{192}Ir, ^{203}Hg, ^{147}Nd, ^{233}Pa, ^{103}Ru, ^{46}Sc, ^{124}Sb, ^{160}Tb, ^{185}W, ^{91}Y, ^{95}Zr	^{45}Ca, ^{144}Ce, ^{182}Ta	^{134}Cs, ^{60}Co, ^{152}Eu, ^{154}Eu, ^{155}Eu, ^{147}Pm, ^{125}Sb, ^{99}Tc
^{111}Ag, ^{76}As, ^{77}As, ^{199}Au, ^{82}Br, ^{115}Cd, ^{143}Ce, ^{177}Lu, ^{99}Mo, ^{105}Rh, ^{161}Tb, ^{175}Yb, ^{90}Y	^{140}Ba, ^{141}Ce, ^{59}Fe, ^{181}Hf, ^{192}Ir, ^{233}Pa, ^{103}Ru, ^{89}Sr, ^{160}Tb, ^{185}W	^{110m}Ag, ^{182}Ta	^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{154}Eu, ^{125}Sb, ^{90}Sr
^{111}Ag, ^{77}As, ^{198}Au, ^{115}Cd, ^{47}Ca, ^{143}Ce, ^{131}I, ^{193}Os, ^{149}Pm, ^{153}Sm, ^{122}Sb	^{115m}Cd, ^{192}Ir, ^{86}Rb, ^{103}Ru, ^{124}Sb, ^{160}Tb	^{127m}Te	^{134}Cs, ^{36}Cl, ^{152}Eu, ^{85}Kr, ^{125}Sb, ^{204}Tl
^{115}Cd, ^{131}I, ^{140}La, ^{99}Mo, ^{193}Os, ^{186}Re, ^{153}Sm	^{140}Ba, ^{147}Nd, ^{95}Nb, ^{143}Pr, ^{124}Sb, ^{160}Tb, ^{95}Zr	^{170}Tm	^{134}Cs, ^{154}Eu
^{111}Ag, ^{76}As, ^{198}Au, ^{210}Bi, ^{115}Cd, ^{143}Ce, ^{140}La, ^{99}Mo, ^{193}Os, ^{149}Pm, ^{186}Re, ^{122}Sb	^{140}Ba, ^{181}Hf, ^{46}Sc, ^{124}Sb, ^{89}Sr		^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{60}Co, ^{152}Eu
^{76}As, ^{166}Ho, ^{140}La, ^{122}Sb	^{115m}Cd, ^{59}Fe, ^{32}P, ^{86}Rb, ^{124}Sb, ^{160}Tb, ^{91}Y		^{154}Eu
^{76}As, ^{47}Ca, ^{140}La, ^{90}Y	^{124}Sb	^{110m}Ag	

6.11. SPINII ŞI MOMENTELE NUCLEARE

Tabelul 6.11 conţine valorile spinilor, momentelor magnetice, a frecvenţei Larmor şi a momentelor cvadripolare ale nucleilor. Momentul cinetic al nucleului numit în general *spin nuclear* constituie o caracteristică importantă a nucleului; de fapt momentul cinetic este determinat nu numai de momentele proprii, ci şi de momentele orbitale ale nucleonilor în nucleu.

Valoarea absolută a momentului cinetic propriu (spinul) al unei particule separate este:

$$M_s = \frac{h}{2\pi}\sqrt{I_s(I_s + 1)}$$

în care h este constanta lui Planck, iar I_s este numărul cuantic de spin.

Pentru nucleoni (v. cap. 4) numărul cuantic de spin este $\frac{1}{2}$ şi astfel după numărul de protoni şi neutroni, nucleele se pot clasifica în patru tipuri:

a) nuclee pare-pare: Z (protoni) par + $(A-Z)$ (neutroni) par = A (nucleoni) par
b) nuclee pare-impare: Z par $(A-Z)$ impar, A impar
c) nuclee impare-pare: Z impar $(A-Z)$ par, A impar
d) nuclee impare-impare: Z impar $(A-Z)$ impar, A par

Nucleele pare-pare au spinul nul şi cele impare-impare au spinul întreg, deci corespund statisticii Bose-Einstein (funcţii de undă simetrice ale nucleului), iar cele impare-pare şi pare-impare au spinul semiîntreg $\left(\text{minim } \frac{1}{2}\right)$, deci corespund statisticii Fermi-Dirac (funcţii de undă antisimetrice).

Deoarece momentele orbitale se determină prin numere cuantice întregi acestea nu influenţează caracterul par sau impar al sumei totale.

Peste jumătate din numărul total al nuclizilor stabili corespund la cazul par-par (spin nul). Dintre nuclizii stabili, de tipul impar-impar se menţionează ^{2}D, ^{6}Li, ^{10}B, ^{14}N, ^{50}V.

Momentele de spin sînt asociate cu momentele magnetice:

$$\mu = \gamma \frac{hc}{2\pi Mc} I_s = \gamma\mu_n I_s$$

în care γ este factorul giromagnetic, c viteza luminii, M masa, iar μ_n este magnetonul nuclear, care se consideră ca unitate de măsură a momentelor magnetice nucleare:

$$\mu_n = (5{,}05048 \pm 0{,}00011)\ 10^{-24}\ \text{erg}\cdot\text{gauss}^{-1}.$$

Rezultă că momentul magnetic măsurat în magnetoni nucleari este $\mu_{op} = \gamma\, I_s$ sau pentru momentele corespunzătoare momentelor orbitale şi de spin $\mu_l = \gamma_l I_l$ respectiv $\mu_s = \gamma_s I_s$.

Factorul giromagnetic este nul pentru neutroni, deoarece nu au sarcină electrică şi astfel pentru un nucleu cu A nucleoni, dintre care Z protoni, se poate scrie pentru operatorul momentului magnetic care defineşte vectorul moment magnetic:

$$\mu_{op} = \gamma_l^{(p)} \sum_{i=1}^{Z} I_{l,i} + \gamma_s^{(p)} \sum_{i=1}^{Z} I_{s,i} + \gamma_s^{(n)} \sum_{i=i}^{A-Z} I_{s,i}$$

a cărui valoare medie corespunde la $\bar{\mu} = \int \psi^* \ \mu_{op}\ \psi\ d\tau$, în care ψ este funcţia de undă a nucleului.

Operatorul analog momentului cinetic al momentului total:

$$I = \sum_{i=1}^{A} I_{l,i} + \sum_{i=1}^{A} I_{s,i}$$

definește un vector moment cinetic; între cei doi vectori există un unghi datorită factorilor giromagnetici, iar vectorul moment magnetic execută o mișcare de precesie în raport cu vectorul moment cinetic cu frecvența Larmor $\nu = eH/4\pi Mc$.

Valoarea medie în timp a lui $\bar{\mu}$, deci valoarea eficace μ_{ef}, corespunde proiecției lui $\bar{\mu}$ de-a lungul direcției vectorului moment cinetic. Într-un cîmp magnetic aplicat de-alungul axei Oz, proiecția lui μ_{ef} pe direcția cîmpului magnetic va putea avea $2I+1$ valori, iar valoarea maximă a proiecției $\left[\text{pentru } \cos(I,z) = \frac{I}{\sqrt{I(I+1)}}\right]$, poartă denumirea curentă de moment magnetic al nucleului $\mu = \gamma I$.

Momentele magnetice au valori cuprinse între zecimi de μ_n și 5–6 μ_n, pozitive în general pentru nuclee impare-pare, negative, în general pentru nuclee pare-impare, deoarece în primul caz momentele sînt determinate de momentul protonului $\mu_p > 0$, iar în al doilea caz de momentul neutronului $\mu_n < 0$. Aceste valori au fost stabilite prin metoda radiospectroscopiei de rezonanță magnetică în fasciculele nucleare și atomice, prin rezonanța magnetică nucleară și prin studiul structurii hiperfine a liniilor spectrale (v. vol. II).

Nucleele cu $I_s \geqslant \frac{1}{2}$ au momente magnetice, iar nucleele cu $I_s \geqslant 1$ au momente electrice de diferite ordine $n = 2^l$ ($l = 0, 1, 2...$).

Pentru o sarcină izolată, $l = 0$ (moment de ordinul întîi);

Datele prezentate în continuare permit sistematizarea proprietăților caracteristice magnetice și electrice pentru nucleu, observînd că $l \leqslant 2\,I_s$ și că momentele magnetice corespund la l impar, iar momentele electrice la l par:

$I_s = 0$; $l = 0$; $n = 1$ (sarcină fără momente, sau moment de ordinul întîi)

$I_s = \frac{1}{2}$; $l \leqslant 1$; $n = 2$ dipol magnetic;

$I_s = 1$; $l \leqslant 2$; $n = 4$ cuadripol electric;

$I_s = \frac{3}{2}$; $l \leqslant 3$; $n = 8$ octapol magnetic;

$I_s = 2$; $l \leqslant 4$; $n = 16$ hexadecapol electric.

Momentele (electrice) de cuadripol (sarcina × suprafața) cresc cu A de la 10^{-26} cm² la 10^{-24} cm² (barn), pozitive pentru nucleele alungite, negative pentru nucleele turtite în raport cu axa de simetrie.

Valorile sînt determinate din constantele interacțiunii de cuadripol prin rezonanță magnetică cu raze moleculare și din structura hiperfină a liniilor spectrale. Numai în ultimul timp au fost obținute cîteva date asupra momentelor de ordin superior.

Tabelul conține nuclidul cu numărul atomic Z și cu numărul de masă (nucleoni) A (nuclizii radioactivi sînt însemnați cu R), numărul de spin nuclear I_s, momentul magnetic μ, în unități μ_n, fără corecții de diamagnetism, frecvența Larmor la 10^4 gauss în megacicli · s^{-1}, care se modifică în funcție de legăturile chimice ale atomului, Q, momentul cuadripolar electric, în barni (10^{-24} cm²).

Tabelul cuprinde și specificația metodei de măsurare a momentului magnetic: RMN, rezonanța magnetică nucleară, RES, rezonanța electrică de spin, RMR, rezonanța magnetică cu raze atomice și moleculare, SU, spectroscopia de microunde, SH, structura hiperfină a liniilor spectrale, ON, orientarea nucleară la temperaturi joase.

6 11.

Nuclidul Numărul atomic Z	 Simbolul	 Numărul de masă A	Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvența Larmor Mcicli · s⁻¹ la 10⁴ gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
0	*n*	1 R	$\frac{1}{2}$	−1,91315	29,1670	RMR	
1	H	1	$\frac{1}{2}$	2,79268	42,5760	RMN	
1	H	2	1	0,85738	6,5359	RMN	$2{,}77 \cdot 10^{-3}$
1	H	3 R	$\frac{1}{2}$	2,9787	45,414	RMN	
2	He	3	$\frac{1}{2}$	−2,1274	32,435	RMN	
3	Li	6	1	0,82191	6,265	RMN	$4{,}6 \cdot 10^{-4}$
3	Li	7	$\frac{3}{2}$	3,2560	16,547	RMN	$-4{,}2 \cdot 10^{-2}$
4	Be	9	$\frac{3}{2}$	−1,1774	5,983	RMN	$2 \cdot 10^{-2}$
5	B	10	3	1,8006	4,575	RMN	0,111
5	B	11	$\frac{3}{2}$	2,6880	13,660	RMN	$3{,}55 \cdot 10^{-2}$
6	C	13	$\frac{1}{2}$	0,70216	10,705	RMN	
7	N	14	1	0,40357	3,076	RMN	$7{,}1 \cdot 10^{-2}$
7	N	15	$\frac{1}{2}$	−0,28304	4,315	RMN	
8	O	17	$\frac{5}{2}$	−1,8930	5,772	RMN	$-4 \cdot 10^{-3}$
9	F	19	$\frac{1}{2}$	2,6272	40,055	RMN	
10	Ne	21	$\frac{3}{2}$				
11	Na	22 R	3	1,745	4,434	RMR	

6.11 (continuare)

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvența Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
11	Na	23	$\frac{3}{2}$	2,2161	11,262	RMN	0,1
11	Na	24 R	4	1,69	3,22	RMR	
12	Mg	25	$\frac{5}{2}$	$-0,85478$	2,606	RMN	
13	Al	27	$\frac{5}{2}$	3,6385	11,094	RMN	0,149
14	Si	29	$\frac{1}{2}$	$-0,55477$	8,458	RMN	
15	P	31	$\frac{1}{2}$	1,1305	17,236	RMN	
16	S	33	$\frac{3}{2}$	0,64274	3,266	RMN	$-6,4 \cdot 10^{-2}$
16	S	35 R	$\frac{3}{2}$	1,00	5,08	SU	$4,5 \cdot 10^{-2}$
17	Cl	35	$\frac{3}{2}$	0,82088	4,172	RMN	$-7,97 \cdot 10^{-2}$
17	Cl	36 R	2	1,2839	4,893	RMN	$-1,68 \cdot 10^{-2}$
17	Cl	37	$\frac{3}{2}$	0,68328	3,472	RMN	$-6,21 \cdot 10^{-2}$
19	K	39	$\frac{3}{2}$	0,39094	1,987	RMN	0,14
19	K	40 R	4	$-1,296$	2,470	RMR	
19	K	41	$\frac{3}{2}$	0,21453	1,090	RMN	
19	K	42 R	2	$-1,14$	4,34	RMR	
20	Ca	43	$\frac{7}{2}$	$-1,3153$	2,865	RMN	
21	Sc	45	$\frac{7}{2}$	4,7491	10,344	RMN	

6.11 (continuare)

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvența Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
22	Ti	47	$\frac{5}{2}$	−0,78711	2,400	RMN	
22	Ti	49	$\frac{7}{2}$	−1,1023	2,401	RMN	
23	V	49 R	$\frac{7}{2}$	4,68	10,2	RES	
23	V	50	6	3,3413	4,245	RMN	
23	V	51	$\frac{7}{2}$	5,1392	11,193	RMN	0,3
24	Cr	53	$\frac{3}{2}$	−0,47354	2,406	RES	
25	Mn	53 R	$\frac{7}{2}$	5,050	11,00	RES	
25	Mn	55	$\frac{5}{2}$	3,4610	10,553	RMN	0,5
26	Fe	57		<0,05		RES	
27	Co	56 R	4	3,855	7,347	RES	
27	Co	57 R	$\frac{7}{2}$	4,65	10,1	RES	
27	Co	58 R	2	4,052	15,44	RES	
27	Co	59	$\frac{7}{2}$	4,6388	10,103	RMN	0,5
27	Co	60 R	5	3,800	5,793	RES	
28	Ni	61		0,25		SH	
29	Cu	63	$\frac{3}{2}$	2,2206	11,285	RMN	−0,15
29	Cu	64 R	1	0,40	3,0	RMR	
29	Cu	65	$\frac{3}{2}$	2,3789	12,090	RMN	−0,14

6.11 (continuare)

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvenţa Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
30	Zn	67	$\frac{5}{2}$	0,8735	2,664	RMN	0,18
31	Ga	69	$\frac{3}{2}$	2,0107	10,219	RMN	0,2318
31	Ga	71	$\frac{3}{2}$	2,5549	12,984	RMN	0,1461
32	Ge	73	$\frac{9}{2}$	−0,8768	1,485	RMN	−0,2
33	As	75	$\frac{3}{2}$	1,4348	7,292	RMN	0,3
34	Se	75 R	$\frac{5}{2}$				1,1
34	Se	77	$\frac{1}{2}$	0,5333	8,131	RMN	
34	Se	79 R	$\frac{7}{2}$	−1,015	2,211	SU	0,9
35	Br	79	$\frac{3}{2}$	2,0990	10,667	RMN	0,33
35	Br	81	$\frac{3}{2}$	2,2626	11,499	RMN	0,28
36	Kr	83	$\frac{9}{2}$	−0,968	1,64	RMR	0,15
36	Kr	85 R	$\frac{9}{2}$	1,00	1,70	SH	2,5
37	Rb	81 R	$\frac{3}{2}$	2,00	10,2	RMR	
37	Rb	82 R	5				
37	Rb	83 R	$\frac{5}{2}$				
37	Rb	84 R	2				

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvența Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
37	Rb	85	$\frac{5}{2}$	1,3482	4,111	RMN	0,31
37	Rb	86 R	2	(−)1,7	6,5	RMR	
37	Rb	87	$\frac{3}{2}$	2,7417	13,932	RMN	0,15
38	Sr	87	$\frac{9}{2}$	−1,0893	1,845	RMN	
39	Y	89	$\frac{1}{2}$	−0,1368	2,086	RMN	
40	Zr	91	$\frac{5}{2}$	−1,298	3,958	RMN	
41	Nb	93	$\frac{9}{2}$	6,1435	10,407	RMN	−0,2
42	Mo	95	$\frac{5}{2}$	−0,9099	2,774	RMN	
42	Mo	97	$\frac{5}{2}$	−0,9290	2,833	RMN	
43	Te	99 R	$\frac{9}{2}$	5,6572	9,583	RMN	0,3
44	Ru	99	$\frac{5}{2}$	−0,63	1,9	SH	
44	Ru	101	$\frac{5}{2}$	−0,69	2,1	SH	
45	Rh	103	$\frac{1}{2}$	−0,0879	1,340	RMN	
46	Pd	105	$\frac{5}{2}$	−0,57	1,74	SH	
47	Ag	105 R	$\frac{1}{2}$				

6.11 (continuare)

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvența Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
47	Ag	107	$\frac{1}{2}$	−0,1130	1,723	RMN	
47	Ag	109	$\frac{1}{2}$	−0,1299	1,981	RMN	
47	Ag	111 R	$\frac{1}{2}$	−0,145	2,21	RMR	
48	Cd	111	$\frac{1}{2}$	−0,5922	9,028	RMN	
48	Cd	113	$\frac{1}{2}$	−0,6195	9,444	RMN	
49	In	113	$\frac{9}{2}$	5,4956	9,310	RMN	1,144
49	In	115 R	$\frac{9}{2}$	5,5072	9,329	RMN	1,161
50	Sn	115	$\frac{1}{2}$	−0,9132	13,92	RMN	
50	Sn	117	$\frac{1}{2}$	−0,9949	15,17	RMN	
50	Sn	119	$\frac{1}{2}$	−1,0408	15,87	RMN	
51	Sb	121	$\frac{5}{2}$	3,3417	10,19	RMN	−0,53
51	Sb	123	$\frac{7}{2}$	2,5334	5,518	RMN	−0,68
52	Te	123	$\frac{1}{2}$	−0,7319	11,16	RMN	
52	Te	125	$\frac{1}{2}$	−0,8824	13,45	RMN	
53	I	125 R	$\frac{5}{2}$				0,8

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvența Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
53	I	127	$\frac{5}{2}$	2,7940	8,519	RMN	
53	I	129 R	$\frac{7}{2}$	2,6030	5,669	RMN	– 0,43
53	I	131 R	$\frac{7}{2}$				–0,412
54	Xe	129	$\frac{1}{2}$	–0,7725	11,78	RMN	
54	Xe	131	$\frac{3}{2}$	0,6868	3,490	RMN	–0,12
55	Cs	127 R	$\frac{1}{2}$	1,41	21,5	RMR	
55	Cs	129 R	$\frac{1}{2}$	1,47	22,4	RMR	
55	Cs	130 R	1				
55	Cs	131 R	$\frac{5}{2}$	3,48	10,6	RMR	
55	Cs	132 R	2				
55	Cs	133	$\frac{7}{2}$	2,5642	5,585	RMN	$-3 \cdot 10^{-3}$
55	Cs	134 R	4	2,96	5,64	RMR	
55	Cs	135 R	$\frac{7}{2}$	2,727	5,94	RMR	
55	Cs	137 R	$\frac{7}{2}$	2,84	6,18	RMR	
56	Ba	135	$\frac{3}{2}$	0,8323	4,230	RMN	
56	Ba	137	$\frac{3}{2}$	0,9311	4,732	RMN	

6.11 (continuare)

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvența Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
57	La	138 R	5	3,684	5,617	RMN	2,7
57	La	139	$\frac{7}{2}$	2,7614	6,014	RMN	0,6
58	Ce	141 R	$\frac{7}{2}$	0,16	0,35	ON	
59	Pr	141	$\frac{5}{2}$	3,92	11,95	RES	$-5{,}4 \cdot 10^{-2}$
60	Nd	143	$\frac{7}{2}$	$-1{,}03$	2,24	RES	$< 1{,}2$
60	Nd	145	$\frac{7}{2}$	0,64	1,4	RES	$< 1{,}2$
60	Nd	147 R	$\frac{9}{2}$	0,22	0,37	ON	
62	Sm	147	$\frac{7}{2}$	$-0{,}83$	1,8	RES	0,72
62	Sm	149	$\frac{7}{2}$	$-0{,}68$	1,5	RES	0,72
63	Eu	151	$\frac{5}{2}$	3,4	10,0	SH	$\sim 1{,}2$
63	Eu	153	$\frac{5}{2}$	1,5	4,6	SH	$\sim 2{,}5$
63	Eu	154 R	3	2,0	5,1	RES	
64	Gd	155	$\frac{3}{2}$	$-0{,}24$	1,2	RES	1,1
64	Gd	157	$\frac{3}{2}$	$-0{,}32$	1,6	RES	1,0
65	Tb	159	$\frac{3}{2}$	1,52	7,72	RES	
66	Dy	161	$\frac{5}{2}$	0,38	1,2	RES	

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvența Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
66	Dy	163	$\frac{5}{2}$	0,53	1,6	RES	
67	Ho	165	$\frac{7}{2}$	3,29	7,17	RES	2
68	Er	167	$\frac{7}{2}$	0,48	1,04	RES	~ 10
69	Tm	169	$\frac{1}{2}$	− 0,20	3,05	SH	
70	Yb	171	$\frac{1}{2}$	0,43	6,6	RES	
70	Yb	173	$\frac{5}{2}$	− 0,60	1,8	RES	3,9
71	Lu	175	$\frac{7}{2}$	2,6	5,7	SH	5,8
71	Lu	176 R	$\geqslant 7$	4,2		SH	6,8
72	Hf	177	$\frac{7}{2}$	0,61	1,3	SH	3
72	Hf	179	$\frac{9}{2}$	−0,47	0,80	SH	3
73	Ta	181	$\frac{7}{2}$	2,1	4,6	SH	6,0
74	W	183	$\frac{1}{2}$	0,115	1,75	RMN	
75	Re	185	$\frac{5}{2}$	3,1437	9,586	RMN	2,8
75	Re	187	$\frac{5}{2}$	3,1760	9,684	RMN	2,6
76	Os	187	$\frac{1}{2}$	~0,12	~1,8	SH	

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvenţa Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
76	Os	189	$\frac{3}{2}$	0,6506	3,307	RMN	2,0
77	Ir	191	$\frac{3}{2}$	0,16	0,813	SH	~1,2
77	Ir	193	$\frac{3}{2}$	0,17	0,86	SH	~1,0
78	Pt	195	$\frac{1}{2}$	0,6004	9,153	RMN	
79	Au	197	$\frac{3}{2}$	0,136	0,691	SH	0,56
79	Au	198 R	2	0,50	1,9	RMR	
79	Au	199 R	$\frac{3}{2}$	0,24	1,2	RMR	
80	Hg	197 R	$\frac{1}{2}$	0,52	7,9	SH	
80	Hg	199	$\frac{1}{2}$	0,499	7,61	RMN	
80	Hg	201	$\frac{3}{2}$	−0,607	3,08	SH	0,5
81	Tl	199 R	$\frac{1}{2}$				
81	Tl	203	$\frac{1}{2}$	1,5960	24,33	RMN	
81	Tl	204 R	2				
81	Tl	205	$\frac{1}{2}$	1,6114	24,57	RMN	
82	Pb	207	$\frac{1}{2}$	0,5837	8,899	RMN	
83	Bi	209	$\frac{9}{2}$	4,0389	6,842	RMN	−0,4

6.11 (continuare)

Nuclidul			Spinul I_s	Momentul magnetic μ_n	Frecvența Larmor Mcicli · s^{-1} la 10^4 gauss	Metoda de determinare experimentală	Momentul cuadripolar Q barn
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A					
84	Po	209 R	$\frac{1}{2}$				
89	Ac	227 R	$\frac{3}{2}$	1,1	5,6	SH	−1,7
91	Pa	231 R	$\frac{3}{2}$				
92	U	233 R	$\frac{5}{2}$	∼0,51	1,5	RES	0,34
92	U	235 R	$\frac{7}{2}$	∼0,51	1,1	RES	4,0
93	Np	237 R	$\frac{5}{2}$	$6 \pm 2,5$	∼20	RES	
93	Np	239 R	$\frac{1}{2}$				
94	Pu	239 R	$\frac{1}{2}$	0,4	6,1	RES	
94	Pu	241 R	$\frac{5}{2}$	1,4	4,3	RES	
95	Am	241 R	$\frac{5}{2}$	1,4	4,3	SH	4,9
95	Am	243 R	$\frac{5}{2}$	1,4	4,3	SH	4,9
96	Cm	244 R	$\frac{7}{2}$				

6.12. FLUORESCENȚA DE REZONANȚĂ NUCLEARĂ (EFECTUL MÖSSBAUER)

Tabelele conțin unele date legate de fluorescența de rezonanță nucleară. Considerînd un sistem nuclear liber cu masa m și cu două nivele energetice cu o diferență E_r, prin trecerea de la nivelul superior la nivelul inferior se emite un foton γ cu energia E_γ şi cu cantitatea de mişcare $p = \frac{E_\gamma}{c}$, iar nucleul emiţător capătă o mişcare de recul cu energia:

$$R = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{p^2}{2m} = \frac{E_\gamma^2}{2\ mc}$$

conform legii conservării cantităţilor de mişcare. Deoarece $E_r = E_\gamma + R$, cu apoximaţia cazului nerelativist

$$R \leqslant E_\gamma \text{ şi } E_r = E_\gamma \text{ sau } R \cong \frac{E_r^2}{2\ mc^2}$$

Fotonul emis poate fi absorbit de alt atom al aceluiaşi element, care trece într-o stare excitată. Energia fotonilor emişi de diferiţi atomi excitaţi nu este identică deoarece conform principiului lui Heisenberg, incertitudinea Γ corespunzătoare energiei, este legată de incertitudinea τ, referitoare la timp, prin ecuaţia:

$$\Gamma = \frac{h}{2\pi\tau}$$

În cazul cînd τ este mare, deci starea excitată este stabilă, energia stării corespunde unui domeniu foarte limitat, dar în cazul cînd τ este mic, valoarea energiei stării corespunde unui anumit interval, ceea ce reprezintă o lăţime spectrală a liniei emise, cu maximul la $E_r - R = E_\gamma$.

Pentru apariţia rezonanţei, fotonul incident trebuie să asigure energia necesară sistemului deci $E_r + R$; fluorescenţa de rezonanţă corespunde deci cazului cînd lăţimea liniei radiaţiei incidente este mai mare decît $2\ R$, deci dacă $\Gamma \geqslant 2\ R$.

Această lăţime este satisfăcută pentru tranziţiile optice, deoarece ordinul de mărime al energiilor este 1eV, dar nu şi în cazul tranziţiilor nucleare unde energia este de ordinul 1 keV—1 MeV.

Pe de altă parte trebuie să se observe că sistemele radiante şi absorbante sînt în agitaţie termică care contribuie la lăţimea liniei spectrale (D) prin efect Doppler:

$$D = 2\sqrt{\frac{p_i^2\ R}{2\ m}}$$

în care p_i este cantitatea de mişcare iniţială a atomului radiant.

Pentru un foton γ de 14,4 keV emis de ^{57}Fe, $R = 1{,}9 \cdot 10^{-3}$ eV conform ecuaţiilor de mai înainte $\left[\text{aproximativ } R(\text{eV}) \simeq \frac{5{,}37 \cdot 10^{-4}\ E^2\ (\text{keV})}{A\ (\text{masa atomică relativă})}\right]$.

O lăţime Doppler de $2R$, necesară fluorescenţei de rezonanţă nucleară necesită o viteză de $\frac{E_r}{mc}$, care se poate obţine prin deplasarea relativă a sursei şi sistemului absorbant. Efectul este studiat astfel prin observarea intensităţii radiaţiei în funcţie de viteza relativă a sistemului absorbant în raport cu sursa de radiaţie. Intensitatea radiaţiei de rezonanţă este mai mare decît a radiaţiei difuzate, mai ales pentru nuclei cu coeficienţi de conversie internă α mici, deoarece numai fracţiunea $\frac{1}{1+\alpha}$ din radiaţia incidentă este reemisă. Coeficientul α de conversie internă (v. tabelul 6.10) este definit ca raportul dintre numărul de electroni de conversie și numărul de fotoni emiși în procesul de excitare nucleară.

Secțiunea eficace de absorbție este:

$$\sigma_{abs} = \sigma_0 \frac{\Gamma_\gamma \ \Gamma}{4(E - E_r)^2 + \Gamma^2}$$

iar pentru difuziune este:

$$\sigma_{dif} = \sigma_0 \frac{\Gamma_r^2}{4(E - E_r)^2 + \Gamma^2}$$

în care E este energia radiației γ, iar σ_0 este secțiunea eficace maximă de rezonanță:

$$\sigma_0 = \frac{2\,I_B + 1}{2\,I_A + 1}\,\lambda^2$$

în care λ este lungimea de undă, I_A și I_B fiind spinii nucleari în starea fundamentală și în starea excitată. σ_0 corespunde la radiația γ incidentă cu energia E_r și Γ mic și cu un coeficient de conversie zero. Secțiunea eficace crește cu descreșterea temperaturii.

În principiu efectul este comun tuturor nucleilor care au energii de excitare mici în primul nivel, o lățime spectrală suficient de mică și un coeficient de conversie suficient de mic. Studiul efectului rezolvă o serie de probleme de legătură chimică și determină factorii care influențează distribuția electronilor în moleculă (cu observația că atomii înconjurători atomului indicator nu dau efect Mössbauer).

Cu excepția potasiului, în general efectul este limitat de condiția $Z > 26$ (Fe) cu observația că în cazul unui spin nuclear mai mare de $\frac{3}{2}$, structura spectrului este interpretată cu dificultate.

Tabelul 6.12.1 indică cei 31 atomi pentru care efectul a fost observat pînă în prezent (1967) și cei 16 atomi pentru care a fost prezis.

Tabelul 6.12.2. conține date referitoare la izotopii la care a fost observat efectul Mössbauer sau care sînt indicați pentru acest studiu.

Din datele conținute în tabel se observă că atomii ^{119}Sn și ^{57}Fe sînt cei mai potriviți studiului; de asemenea ^{61}Ni, ^{67}Zn, ^{129}Xe, ^{161}Dy, ^{169}Tm, ^{181}Ta, ^{195}Pt, ^{197}Au. Pentru ^{57}Fe, rezultat din ^{57}Co prin captura de electroni, energia fotonilor γ este $E = 14{,}4$ keV, viața medie ($T_1/_2$) a primei stări excitate este 10^{-7} s, iar lățimea spectrală a liniei emise este $4{,}6 \cdot 10^{-9}$ eV. Vitezele necesare pentru măsurători sînt de ordinul zecimilor de mm/s deoarece o viteză de 0,1 mm/s corespunde la o energie de $4{,}8 \ \ 10^{-9}$eV.

În tabel sînt date: abundența naturală a izotopului, în%; E — energia radiației γ, în keV; timpul de înjumătățire $T_1/_2$, în s; r — raportul dintre energia E_γ și lățimea spectrală a liniei $\Gamma = \frac{h}{2\pi} \cdot \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$; α, coeficientul total de conversie internă (K se referă la α_K și L la α_L); R — energia de recul a nucleului liber în 10^{-3}eV; σ_0, secțiunea eficace Mössbauer de absorbție în 10^{-19} cm^2, calculată cu valorile coeficienților α și lățimilor naturale Γ (în cazul cînd α este necunoscut s-a considerat $\alpha = 0$, dar valoarea corectă se obține prin înmulțirea valorii σ_0 din tabel cu $1/1 + \alpha$, în cazul cînd se cunoaște α).

6.12.1. Elementele care dau fluorescență nucleară de rezonanță

Perioada	Grupa I a	Grupa I b	Grupa II a	Grupa II b	Grupa III b	Grupa III a	Grupa IV b	Grupa IV a	Grupa V b	Grupa V a	Grupa VI b	Grupa VI a	Grupa VII b	Grupa VII a	Grupa VIII			Grupa 0
1	1 H																	2 He
2	3 Li		4 Be			5 B		6 C		7 N		8 O		9 F				10 Ne
3	11 Na		12 Mg			13 Al		14 Si		15 P		16 S		17 Cl				18 Ar
4	☐ 19 K	29 Cu	20 Ca	☐ 30 Zn	21 Sc	31 Ga	22 Ti	☐ 32 Ge	23 V	33 As	24 Cr	34 Se	25 Mn	35 Br	☐ 26 Fe	27Co	☐ 28Ni	☐ 36Kr
5	37 Rb	☐ 47Ag	38 Sr	48 Cd	39 Y	49 In	40 Zr	☐ 50Sn	41 Nb	☐ 51Sb	42 Mo	☐ 52Te	43 Tc	☐ 53 I	☐ 44Ru	45Rh	46Pd	☐ 54 Xe
6	55 Cs	☐ 79Au	56 Ba	▣ 80Hg	▣ 57La	▣ 81 Tl	☐ 72Hf	82 Pb	☐ 73Ta	83 Bi	☐ 74W	84 Po	☐ 75Re	85 At	☐ 76Os	☐ 77Ir	☐ 78Pt	86 Rn
7	87 Fr		▣ 88Ra		▣ 89Ac													

*Lantanide

58 Ce	☐ 59Pr	▣ 60 Nd	61 Pm	☐ 62 Sm	☐ 63Eu	☐ 64 Gd	☐ 65 Tb	☐ 66Dy	▣ 67Ho	☐ 68Er	☐ 69 Tm	☐ 70 Yb	▣ 71 Lu

** Actinide

▣ 90 Th	▣ 91 Pa	▣ 92 U	☐ 93 Np	▣ 94 Pu	▣ 95 Am	▣ 96 Cm	▣ 97 Bk	▣ 98 Cf	99 Es	100 Fm			

LEGENDA:

☐ – efect observat

▣ – efect prevăzut

6.12.2. Date nucleare pentru fluorescența de rezonanță

Nuclidul				E kev	$T_{\frac{1}{2}}$ s	Γ	α $\frac{e}{\gamma}$	R 10^{-2}ev	σ_0 10^{-19}cm^2
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Abundența naturală %						
26	Fe	57	2,17	14,4	$1{,}0 \cdot 10^{-7}$	$3{,}2 \cdot 10^{12}$	9,5	0,19	23
28	Ni	61	1,25	71	$5{,}2 \cdot 10^{-9}$	$8{,}1 \cdot 10^{11}$	K 0,11	4,4	6,6
30	Zn	67	4,11	93	$9{,}4 \cdot 10^{-6}$	$1{,}9 \cdot 10^{15}$	K 0,63	6,9	1,2
32	Ge	73	7,67	13,5	$4 \cdot 10^{-6}$	$1{,}1 \cdot 10^{14}$	3600	0,13	0,022
36	Kr	83	11,55	9,3	$1{,}5 \cdot 10^{-7}$	$3{,}1 \cdot 10^{12}$	10	0,055	21,0
44	Ru	99	12,7	89	—	—	—	4,3	1,0
	Ru	101	17,0	127	$1{,}4 \cdot 10^{-9}$	$3{,}9 \cdot 10^{11}$	K 0,4	8,5	0,97
47	Ag	107	51,35	93	44,3	$9{,}0 \cdot 10^{21}$	16	4,3	0,67
	Ag	109	48,65	88	39,2	$7{,}6 \cdot 10^{21}$	14	3,8	0,85
50	Sn	117	7,57	161	—	—	K 0,13	12,0	1,7
	Sn	119	8,58	24	$1{,}9 \cdot 10^{-8}$	$1{,}0 \cdot 10^{12}$	7,3	0,26	10,0
51	Sb	123	42,75	161	$6 \cdot 10^{-10}$	$2{,}1 \cdot 10^{11}$	—	11,0	0,71
52	Te	123	0,87	159	$1{,}9 \cdot 10^{-10}$	$6{,}6 \cdot 10^{10}$	K 0,17	11,0	1,7
	Te	125	6,99	35	$1{,}6 \cdot 10^{-9}$	$1{,}2 \cdot 10^{11}$	K 12	0,52	3,1
53	I	127	100	59	—	—	K 2,7	1,5	2,5
	I	129	instabil	26,8	$1{,}85 \cdot 10^{-8}$	$1{,}1 \cdot 10^{12}$	5	0,30	25,6
54	Xe	129	26,44	40	$7 \cdot 10^{-10}$	$6{,}2 \cdot 10^{10}$	K 7,5	0,67	30,0
	Xe	131	21,18	80	$4{,}8 \cdot 10^{-10}$	$8{,}4 \cdot 10^{10}$	K 1,73	2,6	0,70
55	Cs	133	100	81	$6{,}0 \cdot 10^{-9}$	$1{,}1 \cdot 10^{12}$	K 1,5	2,7	1,1
57	La	137	instabil	10	$8{,}9 \cdot 10^{-8}$	$2{,}0 \cdot 10^{12}$	140	0,039	1,3
	La	139	99,9	163	$1{,}5 \cdot 10^{-9}$	$5{,}4 \cdot 10^{11}$	K 0,22	10,0	0,56
60	Nd	145	8,29	67	$3{,}3 \cdot 10^{-8}$	$4{,}8 \cdot 10^{12}$	K 3,3	1,7	0,63
			—	72	$<1 \cdot 10^{-9}$	—	K 3,3	1,9	0,82
62	Sm	149	13,8	22	$>2{,}8 \cdot 10^{-9}$	—	—	0,17	—
	Sm	152	26,63	122	$1{,}4 \cdot 10^{-9}$	$3{,}7 \cdot 10^{11}$	K 0,7	5,3	4,8
63	Eu	151	47,77	22	$9{,}5 \cdot 10^{-9}$	$4{,}5 \cdot 10^{11}$	L 12	0,17	5,2
	Eu	153	52,23	84	—	—	—	2,5	4,6
			—	97	$<1 \cdot 10^{-9}$	—	K 0,3	3,3	2,0
			—	103	$3{,}4 \cdot 10^{-9}$	$7{,}7 \cdot 10^{11}$	K 1,2	3,7	0,70
64	Gd	154	2,15	123	$1{,}2 \cdot 10^{-9}$	$3{,}2 \cdot 10^{11}$	1,5	5,3	3,2
	Gd	155	14,7	60	—	—	—	1,2	10,0
			—	87	—	—	K 0,4	2,6	2,3
			—	105	—	—	—	3,8	3,3
	Gd	156	20,47	89	$2 \cdot 10^{-9}$	$3{,}9 \cdot 10^{11}$	K 1,0	2,7	7,7
	Gd	160	21,9	75	—	—	—	1,9	22,0
65	Tb	159	100	58	$3{,}5 \cdot 10^{-11}$	$4{,}5 \cdot 10^{9}$	K 6	1,1	1,5
			—	137	$5{,}4 \cdot 10^{-11}$	$1{,}6 \cdot 10^{10}$	—	6,3	2,6
66	Dy	160	2,294	87	$1{,}8 \cdot 10^{-9}$	$3{,}4 \cdot 10^{11}$	K 1,5	2,6	6,4
	Dy	161	18,88	25,7	$2{,}8 \cdot 10^{-8}$	$1{,}6 \cdot 10^{12}$	—	0,22	37,0
			—	49	—	—	—	0,8	6,8
			—	74,5	$3 \cdot 10^{-9}$	$4{,}9 \cdot 10^{11}$	K 0,46	1,8	2,0
	Dy	162	25,53	81	$3{,}2 \cdot 10^{-9}$	$5{,}7 \cdot 10^{11}$	—	2,2	19
	Dy	163	24,97	75	—	—	—	1,8	5,8
	Dy	164	28,18	73	$3{,}5 \cdot 10^{-9}$	$5{,}6 \cdot 10^{11}$	K 2,7	1,7	6,2
67	Ho	165	100	95	$3{,}3 \cdot 10^{-11}$	$6{,}9 \cdot 10^{9}$	K 1,77	2,9	1,2
68	Er	164	1,56	91	$1{,}4 \cdot 10^{-9}$	$2{,}8 \cdot 10^{11}$	K 1,9	2,7	5,1

Nuclidul									
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A	Abundență naturală %	E kev	$T_{\frac{1}{2}}$ s	r	α $\frac{e}{\gamma}$	R 10^{-2}ev	σ_0 10^{-19}cm^2
68	Er	166	33,4	80	$1{,}8 \cdot 10^{-9}$	$3{,}2 \cdot 10^{11}$	K 1,7	2,1	7,1
	Er	168	27,07	79,8	$1{,}84 \cdot 10^{-9}$	$3{,}2 \cdot 10^{11}$	K 2,1	2,0	6,2
69	Tm	169	100	108,4	$4 \cdot 10^{-9}$	$7{,}4 \cdot 10^{10}$	—	0,022	700
			—	118	$5 \cdot 10^{-11}$	$1{,}3 \cdot 10^{10}$	K 0,7	4,4	3,1
70	Yb	170	3,03	84,2	$1{,}57 \cdot 10^{-9}$	$2{,}9 \cdot 10^{11}$	K 1,6	2,2	6,6
	Yb	171	14,31	66,7	$< 5 \cdot 10^{-7}$	—	—	1,4	11,0
	Yb	172	21,82	78,8	—	—	—	1,9	20,0
	Yb	173	16,13	78,7	—	—	—	1,9	5,2
	Yb	174	31,84	76,5	—	—	—	1,8	21,0
71	Lu	175	94,4	113,8	$8 \cdot 10^{-11}$	$2{,}0 \cdot 10^{10}$	K 1,6	4,0	0,90
72	Hf	176	5,21	88,3	$1{,}35 \cdot 10^{-9}$	$2{,}6 \cdot 10^{11}$	K 1,32	2,4	6,7
	Hf	177	18,5	113	$4{,}2 \cdot 10^{-10}$	$1{,}0 \cdot 10^{11}$	K 0,75	3,9	1,4
	Hf	178	27,1	93,1	$1 \cdot 10^{-9}$	$2{,}0 \cdot 10^{11}$	—	2,6	14,0
	Hf	180	35,22	93	$1{,}4 \cdot 10^{-9}$	$2{,}9 \cdot 10^{11}$	KL 4,0	2,6	2,8
73	Ta	181	100	6,25	$6{,}8 \cdot 10^{-6}$	$9.4 \cdot 10^{13}$	44	0,012	17
			—	136,1	$5{,}7 \cdot 10^{-11}$	$1{,}7 \cdot 10^{10}$	K 1,5	5,5	0,66
74	W	180	0,135	102	—	—	5	3,1	2,0
	W	182	26,4	100	$1{,}3 \cdot 10^{-9}$	$2{,}9 \cdot 10^{11}$	4,5	2,9	2,2
	W	183	14,4	46,5	—	—	9	0,63	2,3
			—	99,1	$5{,}2 \cdot 10^{-10}$	$1{,}1 \cdot 10^{11}$	3,5	2,9	1,7
	W	184	30,6	111	$1{,}3 \cdot 10^{-9}$	$3{,}2 \cdot 10^{11}$	K 0,99	3,6	5,0
	W	186	28,4	123	$1{,}0 \cdot 10^{-9}$	$2{,}7 \cdot 10^{11}$	K 0,45	4,4	5,6
75	Re	185	37,07	125	—	—	K 2,4	4,5	0,61
	Re	187	62,93	134	$2 \cdot 10^{-9}$	$5{,}9 \cdot 10^{11}$	K 2,1	5,2	0,58
76	Os	186	1,59	137	$5{,}1 \cdot 10^{-10}$	$1{,}5 \cdot 10^{11}$	K 0,45	5,4	4,5
	Os	188	13,3	155	$6{,}2 \cdot 10^{-10}$	$2{,}1 \cdot 10^{11}$	K 0,40	6,8	3,6
	Os	189	16,1	69,5	—	—	—	1,4	—
	Os	190	26,4	187	$3{,}5 \cdot 10^{-10}$	$1{,}4 \cdot 10^{11}$	K 0,2	9,9	2,9
	Os	192	41,0	206	$2{,}8 \cdot 10^{-10}$	$1{,}3 \cdot 10^{11}$	K 0,16	12,0	2,5
77	Ir	191	38,5	82,6	$3{,}9 \cdot 10^{-9}$	$7{,}1 \cdot 10^{11}$	—	1,9	1,8
			—	129	$1{,}4 \cdot 10^{-10}$	$4{,}0 \cdot 10^{11}$	K 2,9	4,7	0,56
	Ir	193	61,5	73	$6 \cdot 10^{-9}$	$9{,}6 \cdot 10^{11}$	—	1,5	2,3
			—	139	$1{,}0 \cdot 10^{-9}$	$3{,}1 \cdot 10^{11}$	K 2,2	5,4	0,59
78	Pt	195	33,8	99	$1{,}4 \cdot 10^{-10}$	$3{,}0 \cdot 10^{10}$	9,0	2,7	0,50
			—	129	$5{,}5 \cdot 10^{-10}$	$1{,}6 \cdot 10^{11}$	—	4,6	4,4
79	Au	197	100	77	$1{,}9 \cdot 10^{-9}$	$3{,}2 \cdot 10^{11}$	2,5	1,6	0,59
80	Hg	199	16,84	158	$2{,}4 \cdot 10^{-9}$	$8{,}3 \cdot 10^{11}$	K 0,2	0,7	2,4
	Hg	201	13,22	32,1	—	—	—	0,27	24,0
			—	167,6	$< 2 \cdot 10^{-9}$	—	K 1,5	7,5	0,18

6.13. SECȚIUNILE EFICACE ALE ELEMENTELOR ȘI IZOTOPILOR PENTRU INTERACȚIUNEA CU NEUTRONI TERMICI

În general reacțiile nucleare, cunoscute în prezent într-un număr foarte mare, pot corespunde la următoarele tipuri (v. și vol. III):

a) reacția: X (a, b) Y, în care nucleul X lovit cu particula proiectil a, se transformă în nucleul Y cu eliminarea particulei b. În cazul cînd b = foton, reacția corespunde unei capturi (în general pentru neutroni, iar capturarea de proton numai pentru cîteva elemente ușoare);

b) reacţia de spalaţie în care prin bombardarea cu particule de înaltă energie (400 MeV) se obţine mai mult de două, trei particule; nucleul produs are un număr de atomi cu 10—20 unităţi mai mic decît nucleul bombardat;

c) reacţia de fisiune, în care nucleul greu, lovit, se rupe în două sau mai multe fragmente aproximativ egale, cu emisie de fotoni şi neutroni;

d) reacţia de fuziune, în care nucleele izotopilor unor elemente foarte uşoare se combină pentru a da nuclizi mai grei şi stabili; reacţia necesită o temperatură foarte ridicată.

Neutronii sînt produşi în reacţiile din reactoarele nucleare şi au o energie cinetică în domeniul 1—13 MeV. După valoarea energiei se deosebesc neutroni termici (≈ 1 eV) epitermici $\left(\frac{1}{40} - 100 \text{ eV}\right)$, intermediari ($100-10^5$ eV) şi rapizi ($> 10^5$ eV). Tabelul 6.13.1 conţine clasificarea completă a neutronilor în raport cu energia lor iar tabelul 6.13.2 conţine sursele importante de neutroni.

Neutronii termici se obţin prin trecerea unui fascicul de neutroni rapizi prin materiale, cu nuclee uşoare ca apa, parafina, apa grea, beriliu, grafit care prin ciocniri elastice micşorează energia neutronilor fără absorbţie (moderatori); aproximativ 18 ciocniri cu nucleul de hidrogen, respectiv 114 ciocniri cu nucleul de carbon, sînt necesare pentru a coborî energia neutronilor de la 1 MeV la energia termică.

Reacţiile cu neutroni sînt de tipurile: captură (n, γ) în cea mai mare parte pentru neutronii termici şi reacţiile (n, p), (n, α), $(n, 2n)$ pentru neutronii rapizi.

Probabilitatea de interacţiune între nucleu şi neutroni este măsurată prin secţiunea eficace σ care intră în ecuaţia fracţiunii de neutroni care reacţionează, pe centimetru pătrat şi secundă, la iradierea materialului (ţintă) cu n nuclei pe cm³ şi grosime dl:

$$\frac{dN}{N} = \sigma n dl$$

σ are dimensiunile unei suprafeţe şi corespunde de fapt, atît ciocnirilor elastice (difuziune v. tabelul 6.14) cît şi neelastice (reacţii nucleare care variază cu energia neutronilor incidenţii)

Valorile din tabelul 6.13.3. se referă la amestecul natural de izotopi şi la anumiţi izotopi şi sînt exprimate în barn (b, 10^{-24} cm²) sau mb (10^{-3} b) pentru neutronii termici cu viteza 2200 ms^{-1}.

Mărimea $\sigma_{capt.}$, corespunde măsurătorilor directe asupra reacţiei de captură, în timp ce σ_{calc} (secţiunea eficace de activare) corespunde valorilor calculate din radioactivitatea produşilor reacţiei nucleare, în general (n, γ) sau cu specificaţia respectivă (n, p) sau (n, α).

Unele date, specificate cu asterisc, se referă la secţiunile eficace pentru neutronii de energie mare din reactori.

Secţiunea eficace de difuziune (v. tabelul 6.14.) este aproximativ constantă în domeniul energiilor termice şi corespunde de fapt cu valoarea medie conform distribuţiei lui Maxwell, dar depinde mult de forma cristalină şi de granulaţia probei, şi astfel are numai o valoare informativă (de comparaţie). (Pentru valori mai exacte în cazul unor elemente, v. tabelul 6.14) Tabelul 6.13.4. conţine secţiunile eficace de captură σ_{capt} şi σ_{calc} şi fisiune (σ_F), în barni sau milibarni, pentru izotopii elementelor cu $Z > 88$. Valorile notate cu α se referă la $\alpha = \frac{\sigma_{capt} - \sigma_F}{\sigma_F}$ n reprezintă numărul de neutroni apăruţi în fisiunea fiecărui neutron absorbit şi $\nu = n(1 + \alpha)$. Tabelul permite stabilirea izotopilor care conduc la fisiune: ^{233}U, ^{235}Np, ^{235}Pu, ^{241}Pu, ^{242}Am, ^{243}Cm, ^{245}Cm şi ^{249} Cf, importanţă practică avînd primii trei. Aceşti nuclizi fisionează cu neutroni de orice energie dînd produse radioactive β şi γ şi neutroni, simultan cu reacţia nucleară (peste 99%) sau neutroni întîrziaţi ($\sim$1%) care sînt emişi în etapele succesive ale transformărilor. Energia eliberată în reacţiile de fisiune este de ordinul 190 MeV din care 160 MeV corespund fragmentelor de fisiune, 5 MeV energiei neutronilor, 10 MeV energiei γ, 5 MeV energiei electronilor β şi 10 MeV energiei neutronilor.

6.13.1. Clasificarea neutronilor

Energia neutronilor eV	Temperatura °K	Viteza neutronilor cea mai probabilă cm/s	Tipul neutronilor
0,001	11,6	$4,37 \cdot 10^4$	Reci
0,025	290	$2,19 \cdot 10^5$	Termici
1,0	$1,16 \cdot 10^4$	$1,38 \cdot 10^6$	Lenți (rezonanța indiului 1,5 eV)
100	$1,16 \cdot 10^6$	$1,38 \cdot 10^7$	Lenți, $E < 10^3$ eV
10^4	$1,16 \cdot 10^8$	$1,38 \cdot 10^8$	Intermediari, 10^3 eV $< E < 5 \cdot 10^5$ eV
10^6	$1,16 \cdot 10^{10}$	$1,38 \cdot 10^9$	Rapizi, $5 \cdot 10^5$ eV $< E < 10^7$ eV
10^8	$1,16 \cdot 10^{12}$	$1,28 \cdot 10^{10}$	Ultrarapizi
10^{10}	$1,16 \cdot 10^{14}$	$2,99 \cdot 10^{10}$	Ultrarapizi (relativiști)

6.13.2. Surse importante de neutroni

Tipul sursei	Timpul de înjumătățire	Emisia de neutroni n/s · curie
^{277}Ac+Be[1]	21,6 a	$1,8 \cdot 10^7$
^{241}Am+Be[1]	458 a	$2,7 \cdot 10^6$
^{210}Pb+Be[1]	20 a	$2,3 \cdot 10^6$
^{239}Pu+Be[1]	$2,43 \cdot 10^4$ a	$1,4 \cdot 10^6$
^{210}Po+Be[1]	138,4 d	$2,5 \cdot 10^6$
^{226}Ra+Be[1]	1620 a	$1,3 \cdot 10^7$
^{228}Th+Be[1]	1,90 a	$2,5 \cdot 10^7$
^{124}Sb+Be[2]	60 d	$1,6 \cdot 10^6$
^{228}Th+D[2]	1,90 a	$1,2 \cdot 10^6$

[1]) Reacția nucleară (α, n); [2]) Reacția nucleară (γ, n).

6.13.3. Secțiunile eficace pentru neutronii termici

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\sigma_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă *A*	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
1	H	1	332±2 mb			38±4 (gaz)
		2	0,46±0,10mb	12,4 a	0,57±0,01mb	7±1
2	He	3	5500±300	n, p	5400±200	0,8±0,2 1,0±0,7
		4	0		0	
3	Li	6	71,0±1,0 (945)	n, γ	28±8 mb	1,4±0,3
		7		0,89 s	36±4 mb	

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\bar{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{ept.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
4	Be	7		n, p	54,000±8000	
		9	10±1 mb	n, α $2{,}7\times10^{6}$ a	<1 9±3 mb	7±1
5	B	10	4017±32	n, γ	0,5±0.2	
		11		n, p 0,03 s	<0,2± 5±3 mb	
6	C	12	3,73±0,07mb	n, γ	3,3±0,2 mb	4,8±0,2
		13	0,5±0,2 mb	5570 a	0,9±0,3 mb	
		14	<200	2,4 s	<1μb	
7	N	14	1,88±0,05	n, p	1,75±0,05	10±1
		15		n, γ 7,4 s	0,08±0,02 24±8 μb	
8	O	16	<0,2 mb			4,2±0,3
		17		5570 a ^{14}C	0,4±0,1	
		18		29 s	0,21±0,04 mb	
9	F	19	<10 mb	11 s	9±2 mb	3,9±0,2
10	Ne	20	<2,8			2,4±0,3
		21				
		22		40 s	36±15 mb	
11	Na	23	525±10 mb	15,0 h	536±10 mb	4,0±0,5
12	Mg	24	69±2 mb 34±10mb			3,6±0,4
		25	280±90 mb			
		26	60±60 mb	9,5 min	27±5 mb	
		27		21 h	<30 mb	
13	Al	27	241±3 mb	2,30 min	0,21±0,02	1,4±0,1

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\overline{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
14	Si	28	0,16±0,02 80±30 mb			1,7±0,3
		29	0,28±0,09			
		30	0,4±0,4	2,62 h	110±10 mb	
15	P	31	0,20±0,02	14,3 d	0,19±0,01	5±1
16	S	32	0,52±0,02	n, α	1,8±1,0 mb	1,1±0,2
		33		25,1 d ^{33}P	15±10 mb	
		34		n, α 87 d	<8 mb 0,26±0,05	
		36		5,0 min	0,14±0,04	
17	Cl	35	33,8±1,1	3,08×10⁵ a	30±20	16±3
				87 d ^{35}S 14,3d ^{32}P	0,19±0,05 <0,05 mb	
		36		1,0 s	90±30 5±3* mb	
		37		37,5 min	0,56±0,12	
18	Ar	36	0,66±0,04	35d	6±2	1,5±0,5
		38		265a	0,8±0,2	
		40		109 min	0,53±0,02	
		41		>3,5 a	>60 mb	
19	K	39	2,07±0,07 1,94±0,15	1,3×10⁹a	3±2*	1,5±0,3
		40	70±20	n, p	3,8±0,7	
		41	1,24±0,10	12,46 h	1,30±0,15	
20	Ca	40	0,44±0,02 0,22±0,04			
		42	42±3			
		43				
		44		164 d	0,72±0,10	

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\bar{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
		46		4,8 d	0,25±0,10	
		48		8,5 min	1,1±0,1	
21	Sc	45	24,0±1,0	20 s 85 d 20 s+85 d	10±4 22,3±2,2 22±2	24±2
22	Ti	46	5,8±0,4 0,6±0,2			4±1 2±2
		47	1,7±0,3			4±1
		48	8,3±0,6			4±2
		49	1,9±0,5			1±1
		50	<0,2	5,8 min	0,14±0,03	3±1
23	V	50	5,00±0,01	n, γ	250±200	5±1
		51		3,76 min	1,5±0,9	
24	Cr	50	3,1±0,2 17,0±1,4	27,7 d	15,9±1,6	3,0±0,5
		52	0,76±0,06			
		53	18,2±1,5			
		54	<0,3	3,6 min	0,38±0,04	
25	Mn	55	13,2±0,2	2,58 h	13,3±0,2	2,3±0,3
26	Fe	54	2,62±0,06 2,3±0,2	n, α 2,94 a	<5 mb 2,8±0,4	11±1
		56	2,7±0,2			
		57	2,5±0,2			
		58	2,5±2,0	44,3 d 3,5 min ^{55}Cr	1,01±0,10 <1,5 mb	
27	Co	59	38,0±0,7	10,4 min 5,28 a (99,7% din10,4 min →5,28 a)	16±3 20±3 36,3±1,5	7±1

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\bar{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
		60 m[1]		1,75 h	100±50	
		60		1,75 h	6±2	
28	Ni	58	4,6±0,1 4,4±0,3			17,5±1,0
		60	2,6±0,2			
		61	2,0±1,0			
		62	15±2			
		64		2,56 h	1,52±0,14	
		65		56 h	20±2	
29	Cu	63	3,85±0,03 4,5±0,1	12,87 h	4,51±0,23	7,2±0,7
		65	2,2±0,2	5,15 min	1,8±0,4	
		66		59 h	130±30*)	
30	Zn	64	1,10±0,02	246,4 d 12,8 h ^{64}Cu n, α	0,47±0,05 <10μb 15±10μb	3,6±0,4
		66		80 a ^{63}Ni	<20 μb	
		67		n, α	6±4μb	
		68		13,8 h 52 min n, α	99±10mb 1,0±0,2 <20 μb	
		70		2,2 min	85±20mb	
31	Ga		2,80±0,13			4±1
		69	2,1±0,2	20,2 min	1,4±0,3	
		71	5,1±0,4	14,2 h	5,0±0,5	
32	Ge	70	2,45±0,20 3,4±0,3	12 d	3,42±0,35	3±1
		72	0,98±0,09			
		73	14±1			
		74	0,62±0,06	48 s 82 min	0,040±0,008 0,21±0,08	

---

[1] m – metastabil

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\bar{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
		76	0,36±0,07	57 s 12 h (~50% din 57s→12 h)	80±20 mb 80±20 mb	
33	As	75	4,3±0,2	27 h	5,4±1,0	6±1
34	Se	74	12,3±0,4 50±7	123 d	26±6	11±2
		76	85±7	18 s	7±3	
		77	42±4			
		78	0,4±0,4			
		80	0,61±0,06	57 min 18 min	30±10 mb 0,5±0,1	
		82	2,1±1,5	67 s 25 min	50±25mb 4±2 mb	
35	Br	79	6,7±0,3	4,6 h	2,9±0,5	6±1
		81		18 min 4,6 h+18 min 35,9 h	8,5±1,4 10.4±1,0 3,3±0,1	
36	Kr	78	31±2	34,5 h	2,0±0,5	7,2±0,7
		80		13 s+2×10^{5} a	95±15	
		82		n, γ	45±15	
		83		n, γ	205±30	
		84		4,4 h 9,4 a (23% din 4,4 h →9,4 a)	0,10±0,03 60±20 mb	
		85		n, γ	<15	
		86		77 min	60±20 mb	
		87		2,8 h	<600	
37	Rb	85	0,73±0,07	18,7 d	0,91±0,08	
		87		17,8 min	0,12±0,03	
		88		15,4 min	1,0±0,2	

6.13.3 (continuare)

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\bar{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
38	Sr	84	1,21±0,06 <3	70 min 65 d (80% din 70 min→65 d)	<1 1,4±0,3	10±1
		86		2,8 h	1,65±0,16	
		87				
		88		53 d	5 ±1mb	
		89		28 s	0,5±0,1*	
		90		64 h	1,0±0,6	
39	Y	89	1,31±0,08	63 h	1,26±0,08	
		90		61 d	<7	
		91		3,5 h	1,07±0,09	
40	Zr	90	185±4mb 0,10±0,07			8±1
		91	1,58±0,12			
		92	0,25±0,12			
		93	<4			
		94	0,08±0,06	63 d	0,076±0,008	
		96	0,1±0,1	17,0 h	0,053±0,005	
41	Nb	93	1,16±0,02	6,6 min	1,0±0,5	5±1
		94		36 d	15±4	
42	Mo	92	2,70±0,04 <0,3	6,9 h	<6 mb	7±1
		94				
		95	13,9±1,4			
		96	1,2±0,6			
		97	2,2±0,7			
		99	0,4±0,4	67 h	0,51±0,06	
		100	0,5±0,5	14,3 min	0,20±0,05	
43	Tc	99	22±3	6 h	2,6±1,3	
44	Ru	96	2,56±0,12	2,8 d	0,21±0,02	6±1

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\overline{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
		98				
		99 100 101				
		102		41 d	1,44±0,16	
		104		4,5 h	0,7±0,2	
		105		1,0 a	0,2±0,06	
45	Rh	103	149±4	4,4 min 42 s (99,9%din 4,4min→42 s)	12±2 140±30	5±1
		104		36 h	800±100*	
		104		36 h	40±30*	
46	Pd	102 104 105 106	8,0±1,5	17,0 d	4,8 ±1,5	3,6±0,6
		108		13,6 h	10,4±0,8	
		108		4,8 min	0,26±0,04	
		110		23,6 min	0,21±0,03	
		110		5,5 h	<0,05	
47	Ag	107	63±1 31±2	2,3 min	45±4	6±1
		109	87±7	270 d 24,2 s (5% din 270 d →24,2 s)	3,2±0,4 113±13	
48	Cd	106	2450±50	6,7 h	1,0±0,5	7±1
		108 110		49 min	0,2±0,1	
		111 112 113	20,000±300	5,1 a	30±15mb	
		114		43 d 53 h	0,14±0,03 1,1±0,3	
		116		2,9 h	1,5±0,3	

6.13.3 (continua

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\overline{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
49	In	113	191±3	49 d 72 s (96,5%din 49 d →72 s)	56±12 2,0±0,6	2,2±0,5
		115		54,2 min 13 s	155±10 52±6	
50	Sn	112 114 115	625±15 mb	112 d	1,3±0,3	4±1
		116 117		14,5 d	6±2mb	
		118 119		250 d	10±6 mb	
		120		>400d 27,5 h	1±1 mb 0,14±0,03	
		122		130 d 40 min	1,0±0,5 mb 0,16±0,04	
		124		10 min 10 d	0,2±0,1 4±2 mb	
51	Sb	121	5.7±1,0 5,9±0,5	2,8 d 3,3 min	6,8±1,5 0,19±0,03	4,3±0,5
		123	4,1±0,3	21 min 1,3 min 60 d (?%din 21 min+ 1,3 min→60 d)	30±15 mb 30±15mb 2,5±0,5	
52	Te	120	4,7±0,1 70±70			5±1
		122	2,8±0,9	110 d	1,1±0,5	
		123	410±30			
		124	6,8±1,3	58 d	5±3	
		125	1,56±0,16			
		126	0,8±0,2	110 d 9,3 h (98%din 110 d →9,3 h)	90±20mb 0,8±0,2	

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\sigma_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
		128	0,3±0,3	33 d 72 min	15±5mb 0,13±0,03	
		130	0,5±0,3	30 h 25 min (22% din 30 h →25 m)	<8mb 0,22±0,05	
53	I	127	7,0±0,6	25,0 min	5,6±0,3	3,6±0,5
		129	32±5	12,6 h	24±3	
		130		8,05 d	18±3*	
		131		2,4 h	50±40	
54	Xe	124 126	74±1			4,3±0,4
		128		n, γ	<5	
		129		n, γ	45±15	
		130		n, γ	<5	
		131		n, γ	120±15	
		132		5,3 d	0,2±0,1	
		133		n, γ	190±90	
		134		9,13 h	0,2±0,1	
		135	$2,72\pm0,11\times10^{6}$			
		136		3,9 m	0,15±0,08	
55	Cs	133	28±1	3,1 h 2,3 a (~99% din 3,2 h→2,3 a)	3,0±0,3 30±1	
		134		$2,6\times10^{6}$ a	134±12*	
		135		13,7 d	8,7±0,5	
		137		33 m	<2	
56	Ba		1,2±0,1			
		130		12,0 d	10±1	8±1
		132		7,2 a	7±2	
		134	2±2			
		135	5,8±0,9			

6.13.3 (continuare)

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\bar{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
		136	0,4±0,4			
		137	5,1±0,4			
		138	0,7±0,1	85 min	0,5±0,1	
		139		12,8 d	4±1	
		140		18 min	<20*	
57	La	138	8,9±0,2			
		139		40 h	8,2±0,8	
		140		3,7 h	3,1±1,0	
58	Ce	136	0,73±0,08 25±25	34,5 h	0,6 ±0,2	
		138	9±6	8,7 h 55 s 140 d	6,3±1,5 7±5mb 0,6±0,3	
		140	0,66±0,06	32 d	0,31±0,10	
		142	1,0±0,2	32 h	0,94±0,05	
		143		290 d	6,0±0,7*	
59	Pr	141	11,3±0,2	19,3 h	10,8±1,0	
		142		13,7 d	18±3*	
		143		17 min	89±10	
60	Nd	142	46±2 18±2			
		143	324±10	n, γ	240±50	
		144	5,0±0,6			
		145	60±6			
		146	10±1	11,3 d	1,8±0,6	
		148	3,4±1,0	1,8 h	3,7±1,2	
		150	3,0±1,5	15 min	1,5±0,2	
61	Pm	147	150±50*	5,3 d	60±20	
62	Sm	144	5600±200	400 d	<2	
		147	87±60			

Elementul			Caracteristicile reacţiei nucleare			Secţiunea eficace de difuziune $\bar{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătăţire, tip de reacţie	$\sigma_{calc.}$	
		148 149	40,800±900			
		150 151	12,400±400*			
		152	216±6	47 h	140±40	
		154		24 min	5,5±1,1	
63	Eu	151	4300±100 7800±200	9,2 h	1400±300*	8±1
		152		n, γ	5500±1500*	
		153	440±25	16 a	420±100*	
		154		1,7 a	1500±400*	
		155		15,4 d	14,000±4000*	
64	Gd	152 154	46,000±1000	230 d	<125	
		155 156 157 158 160	56,200±1000 242,000±4000	n, γ n, γ 18,0 h 3,6 min	70,000±20,000* 160,000±60,000* 3,9±0,4 0,8±0,3	
65	Tb	159	46±4	73 d	>22	
		180		7,0 d	525±100*	
66	Dy	156	950±50			100±20
		158		136 d	96±20	
		160 161 162 163				
		164		1,3 min 140 min	2000±200 800±100	
		165		82 h	5000±2000*	
67	Ho	165	65±3	27,3 h	60±12	
68	Er	162	173±17	75 min	2,03±0,20	

6.13.3 (continuare)

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune $\bar{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	
68		164 166		10 h	1,65±0,17	
		167 168		9,4 d	2,0±0,4	
		170		2,5 s + 7,5 h	9±2	
69	Tm	169	127±4	129 d	130±30	7±3
		170		1,9 a	150±20*	
70	Yb	168	37±4	32 d	11,000±3000*	12±5
		170 171 172 173				
		174		101 h	60±40	
		176		1,8 h	5,5±1,0	
71	Lu	175	112±5	3,7 h	35±15	
		176		6,8 d	4000±800	
72	Hf	174	105±5 1500±1000			8±2
		176	15±15			
		177	380±30			
		178	75±10			
		179	65±15			
		180	14±5	46 d	10±3	
73	Ta	181	21±1	16,4 min 111 d (∼95% din 16,4min→111d)	30±10mb 19±7	5±1
		192		5,5d	17,000±2000*	
74	W	180	19,2±1,0 60±60	140 d	10±10	5±1
		182	20±2			

6.13.3. (continuare)

Elementul			Caractericticile reacției nucleare			Secțiunea eficace de difuziune
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire, tip de reacție	$\sigma_{calc.}$	$\bar{\sigma}_{dif.}$
74		183	11±1			
		184	2,0±0,3	74 d	2,24±0,22	
		186	35±3	24 h	34±7	
		187		65 d	90±40	
75	Re	185	86±4 104±8	91 d	120±12	14±4
		187	66±5	17 h	69±7	
		188		150 d	<2	
76	Os	184	15,3±0,7	97 d	<200	
		186 187 188 189				
		190		16,0 d	8±3	
		192		31 h	1,6±0,4	
		193		700 d	600±200	
77	Ir	191	440±20	1,4 min	260±100	
		192		74 d n, γ	700±200 700±200	
		193		19,0 h	130±30	
78	Pt	190	8,8±0,4 150±150	18 h	0,76±0,10	10±1
		192	8±8	4,3 d	90±40	
		194	1,2±0,9			
		195	27±2			
		196	0,7±0,7	18 h	0,87±0,09	
		198	4,0±0,5	31 min	3,9±0,8	
		199		11,5 h	15±10	
79	Au	197	98,8±0,3	2,7 d	96±10	9,3±1,0
		198		3,15 d	26,000±1200	
		199		48 min	30±15*	

6.13.3 (continuare)

Elementul			Caracteristicile reacţiei nucleare			Secţiunea eficace de difuziune $\bar{\sigma}_{dif.}$
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătăţire, tip de reacţie	$\sigma_{calc.}$	
80	Hg	196	380±20	n, γ 24 h	3100±1000* 420±80	20±5
		198		65 h 46,6 min	880±175 0,018±0,004	
		199		n, γ	2500±800*	
		200		n, γ	<60*	
		201		n, γ	<60*	
		202		47 d	3,8±0,8	
		204		5,5 min	0,43±0,10	
81	Tl	203	3,4±0,5 11,4±0,9	2,7 a	8±3	14±2
		205	0,80±0,08	4,2 min	0,10±0,03	
82	Pb	204	170±2 mb 0,8±0,6	5×10^7 a	0,7±0,2*	11±1
		206	25±5 mb			
		207	0,70±0,03			
		208	<30 mb	3,2 h	0,6±0,2mb	
83	Bi	209	34±2 mb	5,0 d	19±2mb	9±1
86	Rn	220	25 min	<0,2*		
		222	11,7 d Ra^{223}	0,72±0,07*		

6.13.4. Secţiunile eficace de captură şi fisiune pentru elementele cu $Z > 88$

Elementul			Caracteristicile reacţiei nucleare			Secţiunea eficace de fisiune σ_F
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătăţire	$\sigma_{calc.}$	
88	Ra	223		3,64 d	130±20*	<100
		224		14,8 d	12,0±0,5*	
		226		41,2 min	20±3*	<0,1mb
		228		<10 min	36±5*	<2

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de fisiune σ_F
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire	$\sigma_{calc.}$	
89	Ac	227	510±40	6,13 h	795±20	<2
90	Th	227				1500±1000
		228		7,3±10^3 a	123±15*	<0,3
		229				45±11
		230	27±2	25,6 h	21,4±0,3	ν2,13±0,03 <1mb
		232	7,56±0,11	23,3 min	7,33±0,12	<0,2mb
		233		24,1 d	1400±200*	15±2*
		234		10 min	1,8±0,5*	<10mb
91	Pa	230				1500±250
		231	200±20	1,31 d	200±15	10±5mb
		232		27,4 d	760±100*	700±100
		233		1,18 min	29±5	<0,1
		234		6,7 h	22±3	<500
92	U		7,68±0,07			4,18±0,06
		230				*n* 1,34±0,02
		231				25±10 400±300
		232		1,62 × 10^5 a	300±200*	80±20
		233	581±7	2,52 × 10^5 a	52±2	527±4
		234	105±4	7,1×10^8 a	90±30	α0,102±0,005 *n*2,28±0,02 ν2,51±0,03 <0,65
		235	694±8	2,40×10^7 a	107±5	582±6
		236	7±2	6,7 d	6±1	α0,19±0,01 *n*2,07±0,02 ν2,47±0,03 10±2
		238	2,71±0,02	23,5 min	2,74±0,06	<0,5mb
		239		17 h	22±5*	14±3*
93	Np	234				900±300
		236				2800±800
		237	170±5	2,10 d	169±6	19±3mb
		238				1600±100

6.13.4. (continuare)

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea eficace de fisiune σ_F
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire	$\sigma_{calc.}$	
		239		7,3min 60min (<5%din 7,3min→60min)	35±10* 25±15*	<1
94	Pu	236				170±35
		237				2500±500
		238		$2,44\times10^4$a	403±10	16,8±0,3
		239	1026±13	$6,6\times10^3$a	315±16	746±8
		240	286±7	13,2 a	250±40	α0,38±0,02 n2,10±0,02 ν2,90±0,04 9,6±0,5 0,030±0,045
		241	1400±80	$3,7\times10^5$a	390±50*	1010±13 ν3,06±0,04
95	Am	242	30±2	4,98 h	19±1	<0,2
		243		$7,5\times10^7$a	170±90*	
		244		10 h	1,8±0,3*	
		245		11,2 d	260±150*	
		241	630±35	16,0 h 100 (<6%din 16 h →100 a)	750±80* 50±40*	3,1±0,2
96	Cm	242				2500±1000
		242	8000±1000*			6400±500*
		243		26 min 19,2 a	74±4 250±50	<75mb
		242		35 a	20±10*	<5*
		243	500±300*	18 a	250±150*	700±50
		244		2×10^4a	15±10*	
97	Bk	245		$6,6\times10^3$a	200±100*	1900±200
98	Cf	246		$>10^6$a	15±10*	
		248		65 min	6±4*	
		249		3,1 h	500±200*	

6:13.4. (continuare)

Elementul			Caracteristicile reacției nucleare			Secțiunea ficace de fisiune σ_F
Numărul atomic	Simbolul	Numărul de masă A	$\sigma_{capt.}$	Timpul de înjumătățire	$\sigma_{calc.}$	
99	Es	249	900±400*	10 a	270±100*	600±400*
		250		~700 a	1500±1000*	
		251		2,2 a	300±2000*	
		252		18 d	28±7	
		254			<2*	
		253		38 h	300±150*	
		254	2700±600*	24 d	<40*	

6.14. CARACTERISTICILE ELEMENTELOR PENTRU DIFUZIUNEA NEUTRONILOR

Difuziunea neutronilor rezolvă cîteva probleme importante de structură chimică, în cristalochimie și structura moleculară, nerezolvabile prin difracția de raze X, utilizată în prezent pe scară întinsă (v. vol. III).

Un fascicul de neutroni se comportă ca un fascicul de unde cu lungimea de undă

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

în care h este constanta lui Planck, iar m și v, masa, respectiv, viteza neutronilor. Pentru un neutron termic, cu energia corespunzătoare temperaturii obișnuite, $\lambda \approx 1{,}5$ Å care corespunde parametrilor cristalini. De altfel $\lambda \approx 1{,}54$Å corespunde liniei $K\alpha$ a cuprului care este radiația utilizată în cea mai mare măsură în difracția cu raze X.

Difuziunea neutronilor este măsurată de secțiunea eficace a nucleilor atomilor printre care trece fasciculul; această secțiune este independentă de lungimea de undă a neutronilor, dar crește într-o măsură relativ mică cu masa atomică a elementelor, ceea ce se explică prin formarea unui nucleu de tranziție.

Considerînd unda plană de neutroni descrisă prin funcția de undă $\psi = e^{\frac{-i\,2\pi z}{\lambda}}$, unda difuzată are o simetrie sferică $\psi = -\left(\frac{b}{r}\right) e^{\frac{i 2\pi r}{\lambda}}$ în care r este distanța între nucleul difuzant și punctul în care se măsoară unda difuzată, iar b este amplitudinea de difuziune a nucleului. Cu excepția unui număr mic de nuclei care au o absorbție ridicată, b este un număr real (pozitiv sau negativ). În general $b > 0$ ceea ce arată defazarea de π radiani între fasciculul incident și cu cel difuzat; în cazul cînd $b < 0$, defazarea este nulă.

În cazul unui sistem de nuclee aranjat ordonat într-o rețea tridimensională, amplitudinea rezultată (factorul de structură) a fasciculului difuzat este:

$$-\sum_{\rho}\left(\frac{b_\rho}{r}\right) e^{\frac{i 2\pi r}{\lambda}}\, e^{i\rho 2\pi\left(\frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda'}\right)}$$

în care λ și λ' sînt lungimea de undă înainte și după difuziune iar ρ este un vector de poziție al atomilor pentru care se face însumarea. Fiecare izotop este definit cu o valoare specifică pentru b, iar elementul cu compoziția izotopică normală are o valoare b medie. Din cauza prezenței izotopilor apare o difuziune incoerentă, diferită de difuziunea coerentă, cu o intensitate proporțională cu $\overline{b_r^2} - (\bar{b}_r)^2$.

O altă parte a difuziunii incoerente se datorește spinilor (incoerența de spin) deoarece nucleul de tranziție are spinul $I_\rho + \frac{1}{2}$ sau $I_\rho - \frac{1}{2}$, I_ρ fiind spinul nucleului inițial iar $\frac{1}{2}$ fiind spinul neutronului (v. cap. 4).

Difuziunea incoerentă de spin cea mai importantă corespunde hidrogenului și din această cauză este preferabil ca studiul difracției de neutroni să se execute pe probe deuterate.

Tabelul conține datele importante ale caracterizării: difuziunea neutronilor b, amplitudinea de difuziune, $\sigma_e = 4\pi(\bar{b}_r)^2$, secțiunea eficace de difuziune coerentă; $\sigma = 4\pi\bar{b}_r^2$, secțiunea totală eficace (pentru difuziunea coerentă și incoerentă, de spin și izotop). Diferența $\sigma_i = 4\pi[\overline{b_r^2} - \bar{b}_r)^2]$ reprezintă difuziunea totală incoerentă. Valorile secțiunilor sînt exprimate în barni (10^{-24} cm^2) (v. tabelul 6.13). În cazul cînd nu se specifică izotopul, valorile se referă la elementul cu compoziția izotopică obișnuită. Valori informative asupra secțiunii totale de difuziune sînt date și în tabelul 6.13.3.

Datele din tabel arată că intensitățile razelor difuzate de atomii de hidrogen permit localizarea acestora, principial imposibil în cazul razelor X, pentru care intensitatea difuzată este proporțională cu numărul atomic (numărul de electroni din atomi). Mai mult, combinația deuterată pemite identificarea și localizarea atomilor de hidrogen mai ușor și mai exact. De asemenea toate elementele ușoare, dificil de identificat cu razele X, prezintă amplitudini de difuziune convenabile pentru neutroni (C, O, N). Se remarcă că prin amestecuri în anumite proporții de izotopi se obțin atomi invizibili la difracția de neutroni, ceea ce permite o determinare mai simplă a celorlalți atomi din solid (aliaje sau combinații).

Deosebit de interesante sînt rezultatele obținute în cazul atomilor paramagnetici prin difuziunea magnetică sau prin difuziunea neelastică în solide.

6.14.

Izotopul			Spinul nuclear	Date de difuziune		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A		b 10^{-12}cm	σ_e barn	σ barn
1	H	1	$\frac{1}{2}$	−0,378	1,79	81,5
		2	1	0,65	5,4	7,6
2	He	4	0	0,30	1,1	1,1
3	Li			−0,18	0,47	1,2
		6	1	0,18	0,4	
		7	$\frac{3}{2}$	−0,21	0,6	1,4
4	Be	9	$\frac{3}{2}$	0,774	7,53	7,54
5	B					4,4
6	C	12	0	0,661	5,50	5,51

6.14 (continuare)

Izotopul			Spinul nuclear	Date de difuziune		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A		b 10^{-12}cm	σ_e barn	σ barn
		13	$\frac{1}{2}$	0,60	4,5	5,5
7	N	14	1	0,940	11,0	11,4
8	O	16	0	0,577	4,2	4,24
9	F	19	$\frac{1}{2}$	0,55	3,8	4,0
10	Ne					2,9
11	Na	23	$\frac{3}{2}$	0,351	1,55	3,4
12	Mg			0,52	3,60	3,70
13	Al	27	$\frac{5}{2}$	0,35	1,5	1,5
14	Si			0,40	2,16	2,2
15	P	31	$\frac{1}{2}$	0,53	3,5	3,6
16	S	32	0	0,31	1,2	1,2
17	Cl			0,99	12,2	15,0
18	Ar	40	0	0,20	0,5	0,9
19	K			0,35	1,5	2,2
20	Ca			0,49	3,0	3,2
		40	0	0,49	3,0	3,1
		44	0	0,18	0,4	
21	Sc	45	$\frac{7}{2}$	1,18	17,5	24,0
22	Ti			−0,38	1,8	4,4
		46	0	0,48	2,90	
		47	$\frac{5}{2}$	0,33	1,37	
		48	0	−0,58	4,23	
		49	$\frac{7}{2}$	0,08	0,08	

6.14 (continuare)

Izotopul			Spinul nuclear	Date de difuziune		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A		b 10^{-12}cm	σ_e barn	σ barn
		50	0	0,55	3,80	
23	V	51	$\frac{7}{2}$	−0,05	0,032	5,1
24	Cr			0,352	1,56	4,1
		52	0	0,490	3,02	
25	Mn	55	$\frac{5}{2}$	−0,36	1,6	2,0
26	Fe			0,96	11,4	11,8
		54	0	0,42	2,2	2,5
		56	0	1,01	12,8	12,8
		57		0,23	0,64	2,0
27	Co	59	$\frac{7}{2}$	0,25	0,8	6,0
28	Ni			1,03	13,4	18,0
		58	0	1,44	25,9	
		60	0	0,30	1,1	
		62	0	−0,87	9,5	
29	Cu			0,79	7,8	8,5
		63	$\frac{3}{2}$	0,67	5,7	
		65	$\frac{3}{2}$	1,11	15,3	
30	Zn			0,59	4,3	4,2
31	Ga					7,5
32	Ge			0,84	8,8	9,0
33	As	75	$\frac{3}{2}$	0,63	5,0	8,0
34	Se			0,89	10,0	
35	Br			0,67	5,7	6,1
36	Kr					
37	Rb			0,55	3,8	5,5
38	Sr			0,57	4,1	10,0
39	Y	89	$\frac{1}{2}$	0,80		

6.14 (continuare)

Izotopul			Spinul nuclear	Date de difuziune		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A		b 10^{-12}cm	σ_e barn	σ barn
40	Zr			0,62	4,9	6,3
41	Nb	93	$\frac{9}{2}$	0,691	6,0	6,6
42	Mo			0,661	5,5	6,1
44	Ru			0,73	6,68	6,81
45	Rh	103	$\frac{1}{2}$	0,60	4,5	5,6
46	Pd			0,59	4,4	4,8
47	Ag			0,61	4,6	6,5
		107	$\frac{1}{2}$	0,83	8,7	10,0
		109	$\frac{1}{2}$	0,43	2,3	6,0
48	Cd			0,38±0,12		
49	In			0,36	1,63	
50	Sn			0,61	4,6	4,9
51	Sb			0,54	3,7	4,2
52	Te			0,56	4,0	4,5
		120		0,52	3,4	
		123	$\frac{1}{2}$	0,57	4,2	
		124		0,55	3,9	
		125	$\frac{1}{2}$	0,56	4,0	
53	I	127	$\frac{5}{2}$	0,52	3,4	3,8
54	Xe					
55	Cs	133	$\frac{7}{2}$	0,49	3,0	7,0
56	Ba			0,52	3,4	6,0
57	La	139	$\frac{7}{2}$	0,83	8,7	9,3

6.14 (continuare)

Izotopul			Spinul nuclear	Date de difuziune		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A		b 10^{-12}cm	σ_e barn	σ barn
58	Ce			0,48	2,7	2,7
		140		0,47	2,8	2,6
		142		0,45	2,6	2,6
59	Pr	141	$\frac{5}{2}$	0,44	2,4	4,0
60	Nd			0,72	6,5	16,0
		142		0,77	7,5	7,5
		144		0,28	1,0	1,0
		146		0,87	9,5	9,5
61	Pm					
62	Sm					
		152		−0,5	3,0	
		154		0,8	8,0	
63	Eu					
64	Gd					
65	Tb	159	$\frac{3}{2}$	0,76		
66	Dy					
67	Ho	165	$\frac{7}{2}$	0,85	9,1	~13,0
68	Er			0,79	7,8	15,0
69	Tm	169	$\frac{1}{2}$			
70	Yb			1,26		
71	Lu			0,73		
72	Hf	181		0,88	9,7	
73	Ta		$\frac{7}{2}$	0,70	6,1	6,0
74	W			0,466	2,74	5,7
75	Re			0,92	10,6	
76	Os			1,12	14,7	14,9
77	Ir			0,36	1,63	1,66
78	Pt			0,95	11,2	12,0

6.14 (continuare)

Izotopul			Spinul nuclear	Date de difuziune		
Numărul atomic Z	Simbolul	Numărul de masă A		b 10^{-12}cm	σ_c barn	σ barn
79	Au	197	$\frac{3}{2}$	0,76	7,3	9,0
80	Hg			1,3	22,0	26,5
81	Tl			0,89	10,0	10,1
82	Pb			0,96	11,5	11,4
83	Bi	209	$\frac{9}{2}$	0,864	9,35	9,37
90	Th	232	0	0,98	12,3	12,6
91	Pa					
92	U	235 238		0,98 0,85	 9,0	

7. PROPRIETĂȚILE COMBINAȚIILOR ANORGANICE

Cuprins

7.1. Nomenclatura în chimie anorganică 731
  7.1.1. Stabilirea nomenclaturii în chimia anorganică 731
  7.1.2. Denumirile și simbolurile elementelor chimice 731
  7.1.3. Formularea combinațiilor anorganice 732
  7.1.4. Nomenclatura combinațiilor simple 732
  7.1.5. Denumirile acizilor, a ionilor corespunzători și a derivaților funcționali 734
  7.1.6. Combinații coordinative 736
  7.1.7. Combinații nestoechiometrice 741
  7.1.8. Caracteristici cristalografice 741
7.2. Proprietățile fizice și chimice ale combinațiilor anorganice 741
7.3. Constante fizice ale hidrogenului, deuteriului, tritiului și ale unor combinații cu acești izotopi 1156
  7.3.1. Proprietăți fizice atomice 1156
  7.3.2. Compoziția de echilibru orto-para a izotopilor hidrogenului 1156
  7.3.3. Proprietățile fizice ale izotopilor hidrogenului 1157
  7.3.4. Proprietățile fizice ale elementelor HD, HT, DT 1157
  7.3.5. Ecuațiile presiunilor de vapori ale izotopilor hidrogenului 1157
  7.3.6. Proprietăți fizice ale unor combinații cu deuteriu 1158
7.4. Proprietăți fizice și chimice ale combinațiilor gazelor rare kripton, xenon, radon 1160
7.5. Minerale 1161
  7.5.1. Minerale. Compoziție. Proprietăți 1163
  7.5.2. Minereuri. Materii prime minerale 1188

7.1. NOMENCLATURA ÎN CHIMIA ANORGANICĂ

7.1.1. Stabilirea nomenclaturii în chimia anorganică

Nomenclatura combinaţiilor anorganice a fost stabilită de comisiile de nomenclatură a I.U.P.A.C. cu începere din anul 1921; în mare parte nomenclatura adoptată în literatura actuală se bazează pe regulile propuse în anii 1938 şi 1957. Tabelele cu elemente (v. cap. 6) şi cu combinaţiile anorganice (cap. 7.2.—7.4) utilizează în cea mai mare măsură aceste reguli propuse de comisia de nomenclatură a I.U.P.A.C. pentru literatura franceză şi engleză şi adaptate limbii române cu excepţia unor termeni care au fost apreciaţi mai potriviţi limbii române sau a unor termeni pentru combinaţii neprevăzute în regulile indicate de această comisie. Această apreciere a fost obligatorie din cauza lipsei unui tratat de chimie anorganică corespunzător în limba română tratatului de chimie organică de C.D. Neniţescu (Chimie organică vol. I şi II Bucureşti, Ed. Didactică şi pedagogică, 1968).

În multe cazuri, în tabele au fost utilizate denumirile cele mai comune pentru a uşura mai mult găsirea combinaţiilor căutate.

În general s-a respectat tendinţa ca denumirea să fie uşor de pronunţat şi să exprime într-o mare măsură compoziţia chimică şi structura; în special denumirile combinaţiilor organometalice au fost stabilite în acest mod.

7.1.2. Denumirile şi simbolurile elementelor chimice

În cap. 6 sînt prezentate simbolurile elementelor şi caracteristicile lor cele mai importante pe baza unificării nomenclaturii acceptate în 1969; astfel, se folosesc denumirile de antimoniu astatin. beriliu, einsteiniu, europiu, fermiu, franciu, gadoliniu, lantan, luteţiu, lawrenciu, mendeleeviu, mercur, nobeliu, prometiu, radon, tehneţiu, wolfram. Modul de scriere al denumirii corespunde regulilor limbii române: de exemplu nichel şi nu nickel. Toate elementele noi descoperite au denumirea terminată în iu şi simbolul constituit din două litere.

În unele cazuri s-au utilizat conform sistemului de denumire uzuală, atît termeni derivaţi de la denumirea de origine latină cît şi termenii derivaţi de origine greacă. De exemplu, în unele combinaţii sînt folosiţi în denumiri mai lungi, termenii tio (grec) care arată prezenţa sulfului sau stibiu (latin) în loc de antimoniu.

Izotopii elementelor sînt desemnaţi printr-o denumire identică în afară de cazul izotopilor hidrogenului (protiu, H; deuteriu, D şi tritiu, T).

Elementele se împart în două categorii mari, metale şi nemetale. Unele grupe au denumiri speciale: halogeni (F, Cl, Br, I, At), calcogeni (O, S, Se, Te, Po), metale alcaline (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), metale alcalino-pămîntoase (Ca, Sr, Ba, Ra), gaze rare (He—Rn). Pentru termenii pămînturi rare (lantanide şi actinide), metale de tranziţie şi elemente transuranice v. cap. 6. Termenul metaloid este exclus pentru elementele nemetale.

În cazul cînd în reacţia chimică trebuie să se specifice numărul atomic şi numărul de masă al elementului se utilizează următorul mod de simbolizare: simbolul elementului cu numărul de masă în stînga sus, cu numărul atomic în stînga jos; în dreapta sus se indică starea de ionizare iar în dreapta jos numărul de atomi din moleculă.

Combinaţiile care conţin izotopi sînt formulate prin simbolul elementului respectiv cu indicaţia numărului de masă în stînga sus; în cazul combinaţiilor deuteriului se foloseşte în mod obişnuit simbolul D pentru deuteriu, în loc de ^2H.

În cazul formelor alotropice se specifică numărul de atomi din moleculă (O_2 sau O_3), denumirea (fosfor alb sau fosfor roşu) respectiv forma cristalină (sulf rombic sau sulf monoclinic).

7.1.3. Formularea combinaţiilor anorganice

Combinaţiile anorganice se pot reprezenta prin:

— *formule empirice*, care arată în modul cel mai simplu compoziţia stoechiometrică a combinaţiei; de exemplu SCl pentru combinaţia S_2Cl_2, $NaSO_2$ pentru combinaţia $Na_2S_2O_4$ etc.;

— *formule moleculare*, care corespund exact masei moleculare determinate a combinaţiei, de ex. S_2Cl_2, $Na_2S_2O_4$, Hg_2Cl_2.

— *formule de structură* care reprezintă ordinea şi poziţia atomilor în spaţiu cu indicaţii asupra lungimii legăturii şi a unghiurilor de valenţă (v. cap. 8 şi vol. III).

Pentru scrierea formulelor se ţine seama de următoarele reguli generale:

a) Într-o formulare a unei combinaţii simple cu structură ionică se va începe întotdeauna cu cationul (ionul pozitiv) de exemplu K_2SO_4. Pentru combinaţii coordinative v. cap. 7.1.6.

b) În formularea unor combinaţii binare de nemetale se va începe întotdeauna cu elementul indicat de ordinea: B, Si, C, Sb, As, P, N, H, Te, S, At, I, Br, Cl, O, F; de exemplu NH_3, CH_4, H_2S, OF_2, ClO_2 etc.

c) În cazul unor combinaţii dintre 3—4 elemente, ordinea scrierii trebuie să corespundă într-o măsură cît mai mare cu aranjamentul real al atomilor din moleculă: de ex. NCS^- pentru ionul tiocianat, HOCN pentru acidul cianic, HONC pentru acidul fulminic etc.

d) În cazul oxoacizilor formularea se face pe baza regulilor cunoscute, aproximativ în conformitate cu posibilitatea de formare a ionilor: de exemplu: H_2SO_4, HNO_3 etc.

e) În cazul combinaţiilor intermetalice simbolurile elementelor se introduc de regulă în formule în ordinea descrescătoare a masei atomice în fiecare grupă a sistemului periodic şi în ordinea următoare pe grupe: Fr—Li; Ra—Be; Lr, No, Md, Fm, Es, Cf, Bk, Cm, Am, Pu, Np, U, Pa, Th, Ac, Lu—La, Y, Sc; Hf—Ti; Ta, Nb, V; W—Cr; Re, Tc, Mn; Pt, Ir, Os, Pd, Rh, Ru, Ni, Co, Fe; Au—Cu; Hg—Zn; Tl, In, Ga, Al; Pb, Ge; Bi, Sb; Po. Nemetalele sînt scrise în formulă în ordinea indicată mai sus (în afară de Sb).

f) Apa de cristalizare în hidraţi (şi în general în moleculele de adiţie) este scrisă în afara formulei combinaţiei anhidre, de exemplu, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.

g) Liganzii combinaţiilor coordinative (atomi sau grupe de atomi legate coordinativ de un atom generator) sînt formulaţi în paranteze iar ionul complex corespunzător în paranteze drepte $[Co(NH_3)_6]Cl_2$.

În unele cazuri, la combinaţiile coordinative se pot specifica formele *cis—trans*, sim—asim, sub forma: *cis*-$[Pt\ Cl_2(NH_3)_2]$

7.1.4. Nomenclatura combinaţiilor simple

Denumirea combinaţiilor anorganice se face pe baza următoarelor reguli generale:

a) Denumirea elementului electropozitiv (în general metal, v. şi electronegativitatea elementelor în cap. 6) nu se modifică.

b) În combinaţiile binare între metale şi nemetale se adaugă terminaţia *ură* la denumirea nemetalului iar în cazul combinaţiilor între nemetale se adaugă această terminaţie la al doilea element în ordinea indicată pentru nemetale (regula b, de la 7.1.3). Pentru oxigen se utilizează terminația *id*. De exemplu: clorură de sodiu, hidrură de bor, carbură de siliciu, oxid de calciu, bioxid de clor.

c) În cazul în care combinația conține un component electronegativ format din mai mulți atomi se utilizează terminația *at* sau *it*, la atomul central pentru o stare de valență superioară respectiv inferioară, iar pentru restul atomilor din grupare terminația *o*. Astfel: Na_2SO_4 se va numi tetraoxosulfat de sodiu; KPO_2F_2 se va numi dioxodifluorofosfat de potasiu; $KPOCl_2(NH)$ oxodicloroimidofosfat de potasiu dar cu observația că în terminologia curentă a substanțelor cunoscute se pot folosi denumirile simple: sulfat de sodiu etc.

În unele cazuri se folosesc terminațiile *ură*: de ex. Na_2S_2, disulfură de sodiu; KI_3, triiodură de potasiu; $NaHF_2$, hidrogendifluorură de sodiu; NaCN, cianură de sodiu.

d) Numărul de unități structurale sau de atomi se indică în nomenclatură prin prefixele *mono-*, *di—*, *tri-*, *tetra-*, *penta-*, *hexa-*, *hepta-*, *octa-*, *enea-*, *(nona-)*, *deca-*, *undeca-*, *dodeca-*; se utilizează prefixul *hemi* pentru raportul stoechiometric $\frac{1}{2}$ și *sesqui*, respectiv pentru raportul $\frac{3}{2}$.

În multe cazuri se omite prefixul mono—. Prefixele *bis-*, *tris-*, *tetrakis* — arată numărul de grupări structurale în care s-au utilizat prefixele de raporturi stoechiometrice indicate mai înainte.

Astfel se pot numi: N_2O, dinitrogen oxid; NO_2, nitrogen dioxid (bioxid de azot); N_2O_5 dinitrogen pentaoxid (pentoxid de azot); Fe_2O_3 difier trioxid (sesquioxid de fier) etc.

e) Nu se folosesc terminațiile *os* respectiv *ic* pentru desemnarea combinațiilor corespunzătoare valenței inferioare, respectiv superioare. În general valența se indică prin cifra romană în paranteză: de exemplu: $FeCl_2$, clorură de fier (II); MnO_2, dioxid (bioxid) de mangan (IV); $K_4Fe(CN)_6$, hexacianoferat (II) de potasiu (ferocianura de potasiu).

f) În unele cazuri unele combinații se pot desemna prin denumirile obișnuite (amoniac, fosfină, hidrazină, apă etc.), dar denumirile vulgare ca sodă, salpetru, var, țipirig etc., nu se pot utiliza în literatura științifică.

g) Pentru cationii metalelor se utilizează denumirile simple: denumirea metalului cu specificația valenței, de exemplu: Au^+, ion aur (I); Au^{3+}, ion aur (III). În cazul specificației solvatării denumirile se modifică în conformitate cu regula d), de exemplu: $Al\,(H_2O)_6^{3+}$ ion hexaaquoaluminiu.

În unele cazuri se aplică denumiri speciale: NO^+ cation nitrozil; NO_2^+, cation nitril; UO_2^{2+} uranil (VI) sau dioxouraniu (VI); VO^{3+} vanadil (V).

În cazul cationilor cu protoni (H^+), denumirile sînt formate din denumirea grupării de bază cu terminația *oniu*; de exemplu: FH_2^+, fluoroniu; PH_4^+, fosfoniu, SbH_4^+, stiboniu și diferite derivate de ex.: ionul tetrametilfosfoniu $(CH_3)_4\,P^+$.

Pentru NH_4^+ se utilizează denumirea specială *amoniu* iar derivații substituiți sînt desemnați prin această terminație; de exemplu: $(CH_3)_2\,NH^+$, ionul dimetil-amoniu; $HONH_3^+$, ionul hidroxilamoniu. Pentru alți cationi derivați din baze cu azot se folosește terminația *iniu*: piridiniu, guanidiniu, hidraziniu (1+ respectiv 2+), aniliniu.

În cazul cationilor generați prin hidratarea protonilor se folosește în general denumirea oxoniu ($H_3O^+ClO_4$ perclorat de oxoniu).

Ionii de tipul $CH_3OH_2^+$ sau $(CH_3)_2OH^+$ se numesc metil-respectiv, dimetiloxoniu; $(CH_3)_2COH^+$, este denumit acetoniu.

Ionii superacizi de tipul $H_2NO_2^+$, $CH_3COOH_2^+$ etc. se vor denumi prin adăugarea terminației acidiu, deci ionul nitrat (azotat) acidiu, respectiv ionul acetatacidiu.

Termenul de hidroniu se aplică în general în cazul soluțiilor apoase în care numărul de hidratare al protonilor este nedefinit exact: $H(H_2O)_n^+$.

h) Anionii monoatomici se denumesc prin adăugarea terminației *ură* la numele nemetalului; ionul O^{2-} este denumit oxid (v. regula b). Ionii pot fi desemnați prin denumirea nemetalului în spectroscopie și cristalochimie (ionul clor, ionul oxigen etc).

Ionii negativi poliatomici derivaţi de la oxigen au denumiri speciale; de exemplu OH^-, hidroxid; O_2^{2-}, peroxid; HO_3^-, ozonid; O_2^- hiperoxid.

Ionii SH^- şi HO_2^- sînt denumiţi hidrogensulfură şi hidrogenperoxid.

În cazul oxizilor şi hidroxizilor dubli, respectiv a sulfurilor, se va menţiona compoziţia stoechiometrică şi, în măsura posibilităţilor, structura în conformitate cu tendinţa amintită mai sus de obţinere a unei informaţii cît mai complete asupra combinaţiei; ordinea aşezării în formulă şi denumirea metalelor corespund regulei 7.1.3 e). De exemplu: $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot nH_2O = Ca_2Al(OH)_7 \cdot nH_2O$, hidroxid (dublu) de dicalciu şi aluminiu hidratat; $Ca_3[Al(OH)_6]_2$, bis-hexahidroxoaluminat de calciu; $LiAl(OH)_4 \cdot 2MnO_2 = LiAlMn_2O_4\ (OH)_4$, tetraoxotetrahidroxid (triplu) de litiu, aluminiu şi dimangan (IV).

În funcţie de structura oxizilor dubli se vor folosi denumirile corespunzătoare: $NaNbO_3$, trioxid (dublu) de sodiu şi niobiu (V); $FeTiO_3$, trioxid (dublu) de fier (II) şi titan (IV).

În cazul unor săruri care conţin anionii O^{2-} şi OH^- se vor folosi prefixele *oxi* respectiv *hidroxi*; de ex. $Mg(OH)Cl$ hidroxiclorura de magneziu; $LaOF$, oxifluorura de lantan.

7.1.5. Denumirile acizilor, a ionilor corespunzători şi a derivaţilor funcţionali

Unii acizi binari s-au pseudobinari au denumiri speciale: de exemplu: HN_3, azotura de hidrogen, acid azothidric iar sărurile azoturi (azide).

S-a indicat mai înainte [v. 7.1.4. h)] regula de formare a denumirii anionilor cu oxigen şi s-a menţionat posibilitatea de simplificare a nomenclaturii în conformitate cu denumirile comune. Astfel se utilizează prefixul *hipo* pentru indicarea unei stări inferioare de valenţă; de exemplu: $HOCl$, acidul hipocloros; ClO^-, ionul hipoclorit; $NaOCl$, hipoclorit de sodiu. În mod analog se denumeşte $H_4B_2O_4$, acid hipoboric; $H_2N_2O_2$ acid hiponitros; HPH_2O_2 acid hipofosforos; $H_4P_2O_6$ acid hipofosforic.

Prefixul *per* adăugat denumirii acidului indică o valenţă superioară; de ex. $HClO_4$ acid percloric.

Prefixele *orto-* şi *meta-* indică conţinutul de apă al acidului de exemplu H_3BO_3, acid ortoboric; $(HBO_2)n$, acid metaboric; H_3PO_4, acid ortofosforic; $(HPO_3)n$, acid metafosforic; H_5IO_6, acid ortoperiodic.

Prefixul *piro-* (di-) indică un acid format prin eliminarea unei molecule de apă din două molecule de acid; de exemplu: $H_4P_2O_7$ acid pirofosforic (acid difosforic).

Pentru o serie de oxoacizi cu o largă utilizare în laborator se folosesc denumirile indicate în lista următoare. Pentru acizii utilizaţi mai rar este indicat să se folosească denumirile raţionale, în conformitate cu regulele indicate la 7.1.4 c).

Denumirea oxoacizilor. Lista alăturată conţine o serie de oxoacizi des folosiţi în laborator şi în industrie, cu formula şi denumirea obişnuită. Pentru cîţiva oxoacizi sînt indicate şi denumirile raţionale.

Formula	*Denumirea*
H_3BO_3	acid ortoboric
$(HBO_2)_n$	acid metaboric
$H_4B_2O_4$	acid hipoboric
H_2CO_3	acid carbonic
HOCN	acid cianic
HNCO	acid izocianic
HONC	acid fulminic
H_4SiO_4	acid ortosilicic
$(H_2SiO_3)_n$	acid metasilicic
HNO_3	acid azotic (nitric)
HNO_4	acid peroxonitric
HNO_2	acid azotos (nitros)

Formula	*Denumirea*
$HOONO_2$	acid peroxonitros
H_2NO_2	acid nitroxilic
$H_2N_2O_2$	acid hipoazotos (nitros)
H_3PO_4	acid ortofosforic
$H_4P_2O_7$	acid difosforic sau pirofosforic
$H_{n+2}P_nO_{3n+1}$	acid polifosforic
$(HPO_3)_n$	acid metafosforic
H_3PO_5	acid peroxo (mono) fosforic
$H_4P_2O_8$	acid peroxodifosforic
$(HO)_2OP-PO(OH)_2$	acid hipofosforic
$(HO)_2P-O-PO(OH)_2$	acid difosforic (III, V)
H_2PHO_3	acid fosforos
$H_4P_2O_5$	acid difosforos sau pirofosforos
HPH_2O_2	acid hipofosforos
H_3AsO_4	acid arsenic
H_3AsO_3	acid arsenios
$HSb(OH)_6$	acid hexahidroxoantimonic
H_2SO_4	acid sulfuric
$H_2S_2O_7$	acid pirosulfuric sau disulfuric
H_2SO_5	acid peroxomonosulfuric
$H_2S_2O_8$	acid peroxodisulfuric
$H_2S_2O_3$	acid tiosulfuric
$H_2S_2O_6$	acid ditionic
$H_2S_nO_6$	acizi politionici
H_2SO_3	acid sulfuros
$H_2S_2O_5$	acid pirosulfuros sau disulfuros
$H_2S_2O_4$	acid ditionos
H_2SO_2	acid sulfoxilic
H_2SeO_4	acid selenic
H_2SeO_3	acid selenios
H_6TeO_6	acid ortoteluric
H_2CrO_4	acid cromic
$H_2Cr_2O_7$	acid dicromic
$HClO_4$	acid percloric
$HClO_3$	acid cloric
$HClO_2$	acid cloros
$HClO$	acid hipocloros
$HBrO_3$	acid bromic
$HBrO_2$	acid bromos
$HBrO$	acid hipobromos
H_5IO_6	acid ortoperiodic
HIO_3	acid iodic
HIO	acid hipoiodos
$HMnO_4$	acid permanganic [acid tetraoxomanganic (VII)]
H_2MnO_4	acid manganic (VI)
$HReO_4$	acid perrenic [acid tetraoxorenic (VII)]
H_2ReO_4	acid renic (VI), acid tetraoxorenic (VI)

În multe cazuri se folosesc denumiri de acizi pentru combinații cu un conținut de apă și grad de polimerizare necunoscut: acid germanic, stanic, antimonic, vanadic, niobic, tantalic, teluric, molibdic, wolframic etc.,

După cum s-a arătat în lista de denumiri uzuale, prefixul *peroxo* indică prezența grupării —O—O—, respectiv —OOH, în molecula acidului.

Tioacizii se denumesc prin adăugarea prefixului *tio* la denumirea oxoacidului corespunzător; de exemplu acidul tiosulfuric, acidul tetratioarsenic.

Sărurile neutre se denumesc prin regula indicată iar sărurile care conțin atomi de hidrogen ionizabili (săruri acide) se denumesc prin adăugarea prefixului hidrogen; de exemplu: $NaHCO_3$, hidrogencarbonat de sodiu; NaH_2PO_4 dihidrogenfosfat de sodiu.

Halogenurile acizilor se denumesc după regulile enunțate mai înainte, astfel: MoO_2Cl_2, dioxodiclorura de molibden; $ZrOCl_2$, oxidiclorura de zirconiu.

Esterii acizilor anorganici se denumesc în mod analog sărurilor respective, de exemplu: sulfat dietilic, hidrogensulfat de etil etc., iar amidele prin regula ilustrată de următorul exemplu: $SO_2(NH_2)_2$, diamida sulfurică (sulfonilamida); sau NH_2SO_3H, acidul amidosulfuric.

În cazul unor nitruri se utilizează terminația nitril, de exemplu: $(PNCl_2)_3$, clorura de fosfonitril, fără a corespunde funcțiunii nitril definite în chimia organică și deci fără o valabilitate generală.

7.1.6. Combinații coordinative

Prin definiția cea mai largă, combinația coordinativă se referă la combinația formată dintr-unul sau mai mulți ioni sau molecule, legați de unul sau mai mulți ioni sau molecule. Unul dintre atomi sau ioni poate fi specificat ca ion generator sau ca ion central, iar ionii, atomii sau moleculele legate se numesc *liganzi*. Liganzii pot avea un atom sau mai mulți atomi de legătură și se numesc monodentați, respectiv polidentați.

Un ligand chelatic este legat la același atom central prin doi sau mai mulți atomi coordinați. O combinație polinucleară (dinucleară, trinucleară etc.,) poate avea doi sau mai mulți atomi generatori.

În cazul izopolianionilor, atomii centrali sînt identici, iar în cazul heteropolianionilor, atomii centrali sînt diferiți.

Denumirile combinațiilor coordinative se stabilesc ținînd seama de următoarele reguli:

a) formularea combinațiilor coordinative începe cu simbolul atomului generator în cazul combinațiilor neionizate și cu cationul corespunzător în cazul anionilor coordinativi. În denumire numele atomului generator intervine la sfîrșitul denumirii anionului;

b) formula ansamblului coordinativ se scrie între paranteze drepte, iar valența atomilor este indicată prin cifre romane (în paranteze).

c) în denumirea acestor combinații se citesc în primul rînd anionii coordinați în ordinea: H^-, hidrură; O^{2-} sau OH^-, oxo respectiv hidroxo, alți ioni negativi simpli (atomici); anioni poliatomici; anioni organici în ordinea alfabetică, urmați de liganzii neutri și pozitivi în ordinea: apă, amoniac,; liganzii anorganici, în ordinea indicată de regula 7.1.3 b) și 7.1.3 e) a atomilor coordinați iar liganzii organici în ordinea alfabetică.

Se remarcă denumirile unor liganzi simpli.

F^-, fluoro
Cl^-, cloro
Br^-, bromo
I^-, iodo
O^{2-}, oxo
OH^-, hidroxo
O_2^{2-}, peroxo

HS^-, tiolo
CH_3S^-metantiolato
S^{2-} tio(sulfură)
S_2^{2-} disulfură
NH_2^-, amido
N_3^-, azido
CN^-, ciano

OCN^-, cianato
CN^-, ciano
SCN^-tiocianato
CH_3O^-, metoxo
ONO^-, nitrito
NO_2, nitro
NO, nitrozil

Liganzii organici care în reacția de formare a combinației coordinative pierd un proton capătă denumirea prin adăugarea terminației *ato*.

De exemplu: dimetilglioxima—dimetilglioximato; acetilacetona—acetilacetonato; chinolina—chinolinato

Apa și amoniacul sînt denumiți ca liganzi aquo respectiv amino iar grupările NO, NS, CO, CS se denumesc ca liganzi nitrozil, tionitrozil, carbonil și respectiv tiocarbonil.

În tabelul 7.1.6. sînt prezentați cîțiva liganzi organici întîlniți des în cercetările de laborator cu prescurtările cele mai folosite.

Pe baza regulilor indicate mai înainte se pot da cîteva exemple:
$K[BF_4]$, tetrafluoroborat de potasiu; $Na[BH(OCH_3)_3]$, hidrurotrimetoxoborat de sodiu; $K[CrOF_4]$, oxotetrafluorocromat(V) de potasiu; $K_2[Cr(O)_2O_2(CN)_2(NH_3)]$, dioxoperoxodicianoaminocromat (VI) de potasiu;

$Li[AlH_4]$, tetrahidruroaluminat de potasiu; $Na_2[Ag(S_2O_3)_2]$, bis-(tiosulfato)-argentat (I) de sodiu;

$[Cu(C_5H_7O_2)_2]$, bis-(acetilacetanato) de cupru (II) sau pentadionat de cupru (II);

$K[PtCl_3(C_2H_4)]$, tricloroetilen-platinat (II) de potasiu;

$[Pt\,py_4][PtCl_4]$, tetracloroplatinat (II) de tetrapiridin platină (II);

$\{PtCl_2[H_2NCH_2CH(NH_2)CH_2NH_3]\}Cl$, clorura de dicloro-2,3-diaminopropilamoniu platină (II);

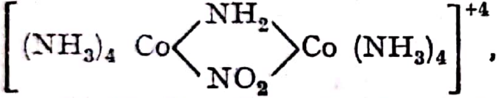
$Ir(N_2)Cl(P\Phi_3)_2$, nitrogen cloro-bis-(trifenil)-fosfina iridiu.

d) În cazul liganzilor constituți din hidrocarburi se folosesc denumirile acestora, respectiv a radicalilor corespunzători, (v. 8.1.) de exemplu: $K[B(C_6H_5)_4]$, tetrafenilborat de potasiu; $Fe(C_5H_5)_2$, bis(ciclopentadienil)-fier (II) (ferocen).

e) În cazul cînd liganzii se fixează prin diferiți atomi la atomul generator se poate preciza aceasta în denumire, prin indicarea simbolului atomului respectiv, de exemplu: bis (tiooxalat S, S) nichelat (II) de potasiu.

f) În cazul liganzilor ambidentați, de ex. — SCN respectiv —NCS, se folosesc denumirile tiocianato, respectiv izotiocianato.

g) O punte de legătură într-o combinație coordinativă polinucleară se notează prin simbolul μ (respectiv di, tri-μ), de exemplu: $[(NH_3)_5Cr-OH-Cr-(NH_3)_5]Cl_5$, clorura de μ— hidroxo [(bis-pentaminocrom (III)]. Se observă diferența dintre o punte de legătură μ-disulfuro ($-S_2$) și o punte di-μ-sulfuro (două punți simple S). Un alt exemplu:



$$\left[(NH_3)_4Co\begin{matrix}NH_2\\ \\ NO_2\end{matrix}Co(NH_3)_4\right]^{+4}$$

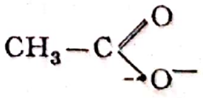
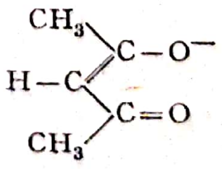
, ionul μ-amido-μ-nitro-octaamino-dicobalt (III).

h) Poziția liganzilor se poate indica prin prefixele cis- trans-, asim-, sim-: de asemenea izomeria optică (v. 8) se poate specifica prin simboluri indicate la 8.1.

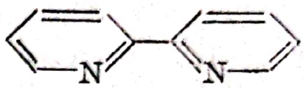
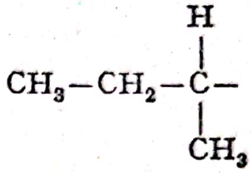
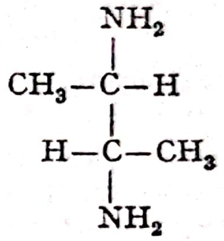
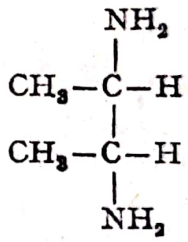
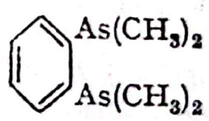
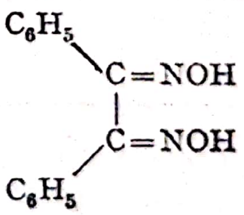
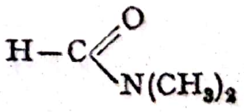
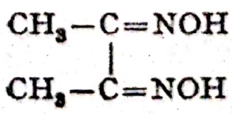
i) Formularea heteropolianionilor începe cu atomul (sau atomii centrali), dar el intervine ultimul în denumire (v. 7.1.6), de exemplu: $(NH_4)_3PW_{12}O_{40}$, dodecawolframofosfat de amoniu; $K_2PV_2Mo_{10}O_{20}$, decamolibdodivanadofosfat de potasiu.

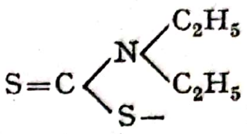
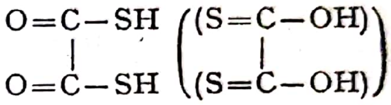
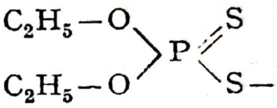
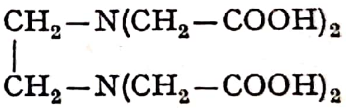
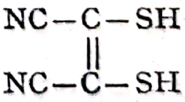
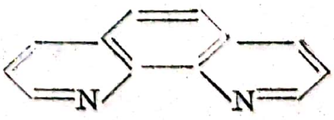
Prin *criptali* se înțeleg combinațiile coordinative în care molecula relativ mare de ligand înconjoară cationul generator.

7.1.6.

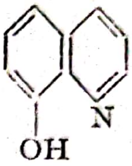
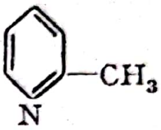
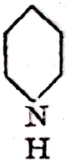
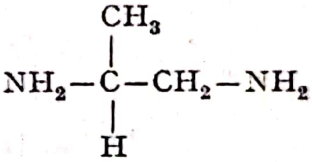
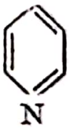
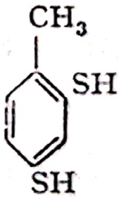
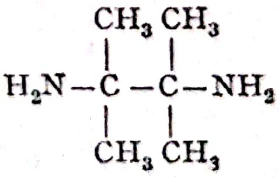
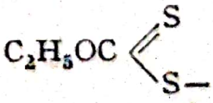
Prescurtarea	Denumirea	Formula
AcO^-	acetat	
Acac	acetilacetonat(pentadionat)	

7.1.6. (continuare)

Prescurtarea	Denumirea	Formula
4 ampy	4-amilpiridina	$C_5H_{12}-C_5H_4N$
bipy	2,2′-bipiridil	
sBu	s-butil	 $\begin{array}{r}H\\ \vert\\ CH_3-CH_2-C-\\ \vert\\ CH_3\end{array}$
bn (+), (−) bn	butilendiamina (+), (−)	 $\begin{array}{c}NH_2\\ \vert\\ CH_3-C-H\\ \vert\\ H-C-CH_3\\ \vert\\ NH_2\end{array}$
mezo-bn	mezo-butilendiamina	 $\begin{array}{c}NH_2\\ \vert\\ CH_3-C-H\\ \vert\\ CH_3-C-H\\ \vert\\ NH_2\end{array}$
diars	*o*-fenilen-bis-dimetil arsina	
dien	dietilentriamina	$HN(-CH_2-CH_2-NH_2)_2$
DOG	difenil glioxima	
DMF	dimetilformamida	
DMG	dimetilglioxima	 $\begin{array}{c}CH_3-C=NOH\\ \vert\\ CH_3-C=NOH\end{array}$

Prescurtarea	Denumirea	Formula
DMP	2,3-dimercaptopropanol	$HO-CH_2-CH(SH)CH_2SH$
DMSO	dimetilsulfoxid	$(CH_3)_2\ SO$
DTC	ditio-di-N-dietil-carbamat	
DTM	acid ditiomalonic	$HOCS-CH_2-CS-OH$
DTO	acid ditiooxalic	 $\begin{array}{l} O=C-SH \\ \quad\vert \\ O=C-SH \end{array} \left(\begin{array}{l} (S=C-OH) \\ \qquad\vert \\ (S=C-OH) \end{array}\right)$
DTP	dietilditiofosfat	
Dz	ditizona (difenil-tio-carbazona)	$C_6H_5-N=NC(S)NHNHC_6H_5$
EDTA	acidul etilendiamino-tetraacetic	 $\begin{array}{l} CH_2-N(CH_2-COOH)_2 \\ \vert \\ CH_2-N(CH_2-COOH)_2 \end{array}$
en	etilendiamina	$NH_2-CH_2-CH_2-NH_2$
Et	etil	CH_3-CH_2-
Et_4 dien	1,1,7,7-tetraetil-dietilentriamina	$HN[CH_2-CH_2-N(C_2H_5)_2]_2$
Φ	fenil	C_6H_5-
Me	metil	CH_3-
$MeEt_4$ dien	1, 1, 7, 7- tetraetil-4-metil-dietilentriamina	$CH_3N[CH_2-CH_2-N(C_2H_5)_2]_2$
MNT	dimercapto-dician-etilena (dinitrilul acidului ditiolmaleic)	 $\begin{array}{l} NC-C-SH \\ \quad\ \Vert \\ NC-C-SH \end{array}$
Ofen (fen)	1, 10 - fenantrolina	

7.1.6. (continuare)

Prescurtarea	Denumirea	Formula
Ox	oxină (8-hidroxichinolina)	
α pic	α-picolina	
pip	piperidina	
pn	propilendiamina	 $NH_2-\underset{H}{\overset{CH_3}{C}}-CH_2-NH_2$
py	piridina	
TDT	3,4-ditioltoluen (ditiol)	
tetrameen	2,2,3,3-tetrametil-etilen-diamina	 $H_2N-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-NH_2$
xan	etilxantat	

7.1.7. Combinații nestoechiometrice

Multe substanțe solide nu corespund unei compoziții stoechiometrice exacte (berthollide) În general o combinație cu variații de compoziție se simbolizează prin semnul $\sim$ (aproximativ) de exemplu $\sim$ FeS, și cu specificația (dacă sînt cunoscute) defectelor (lipsă sau exces) de exemplu: $\sim$ FeS (lipsă de Fe).

O combinație de acest tip cu o compoziție perfect cunoscută este simbolizată prin formula empirică cea mai simplă: A_xB_{1-x}.

Bronzurile sînt combinații oxidice ale metalelor grele din această categorie.

7.1.8. Caracteristici cristalografice

Sistemele cristaline sînt simbolizate prin prescurtările obișnuite (în paranteze sînt prezentate și alte prescurtări utilizate în diferite lucrări):

cub. = sistem cubic (cubc. = cubcentrat interior);
cub f. c. = cub cu fețe centrate:
cub s = cub simplu (izometric);
tetr. = sistem tetragonal (pătratic);
or. (romb.) = sistem ortorombic, rombic (o.r.h.);
hex. = sistem hexagonal;
trig. (rmbdr.) = sistem trigonal (romboedric);
mcl. (mon.) = sistem monoclinic;
tricl. = sistem triclinic.

7.2. PROPRIETĂȚILE FIZICE ȘI CHIMICE ALE COMBINAȚIILOR ANORGANICE

Tabelul 7.2 conține date în legătură cu caracteristicile cele mai importante ale combinațiilor anorganice cele mai des întîlnite în laborator și tehnică.

În prima coloană sînt date denumirile elementelor și combinațiilor anorganice și organometalice, în ordinea alfabetică a elementelor și pentru același element, în ordinea alfabetică a combinației. În cîteva cazuri au fost introduse separat combinații ca hidrazina, hidroxilamina și derivații lor; de asemenea au fost introduși separat radicalii amoniu și fosfoniu.

În general au fost respectate principiile de nomenclatură rațională expuse la 7.1., dar pentru motive de simplificare în cazul denumirilor lungi a fost adoptată denumirea restrînsă, uzuală în laboratoarele din țara noastră; numai în cazul cînd denumirile ar conduce la diferite înțelegeri incorecte a adevăratei formule a combinației a fost introdusă denumirea rațională.

Prefixele mono, di, tri,..., hidrogen (pentru sarea acidă) meta, orto, piro, hipo, nu au fost alfabetizate.

Combinațiile coordinative (v. 7.1) au fost introduse alături de combinațiile simple în afară de cîteva cazuri care au fost trecute separat; denumirile lor au fost alcătuite în modul cel mai simplu sau a fost adoptată denumirea obișnuită de exemplu ferocianura, fericianura, nitroprusiat, cloroplatinat, fluorosilicat etc. A fost adoptată simbolizarea valenței prin cifra romană în paranteză, neutilizîndu-se terminațiile ic, os etc.; în unele cazuri combinațiile au fost împărțite după valența cationului.

Combinațiile carbonilice au fost trecute alături de celelalte combinații în afară de fier unde numărul lor este mai mare. Combinațiile organometalice sînt introduse în ordinea alfabetică alături de celelalte combinații.

În general, găsirea unei combinații anorganice nu prezintă dificultăți, indiferent de nomenclatura adoptată și nu s-a găsit necesară introducerea unui index cu formule sau cu sinonime.

A doua coloană conține simbolul sau formula combinației.

În coloana a treia este dată masa moleculară calculată după tabelul de mase atomice din anul 1969.

Coloana a patra dă indicații asupra culorii iar *coloana a cincea* conține densitatea combinației la 20°C față de apă la 4°C.

În cazul cînd temperaturile de referință sînt diferite, se specifică prin formularea $2{,}64^{20}_{16}$ ceea ce indică densitatea de 2,64 g/cm^3 la 25°C față de densitatea apei la 10°C. Densitatea gazelor este dată în g/l la 0°C și 1 at.

În coloana a șasea se prezintă punctul de topire sau domeniul de topire. Se specifică acolo unde este cazul presiunea corespunzătoare temperaturii de topire sau descompunerea prin formularea 190/2 at, respectiv 250 desc.

Pierderea apei de cristalizare este indicată prin formularea $-nH_2O$, t°C de ex.: $-1\frac{1}{2}\,H_2O$, 150.

În coloana a șaptea sînt date punctele de fierbere la presiunea atmosferică sau la presiunea indicată, în mm Hg sau at. În unele cazuri se indică intervalul de fierbere. Sînt indicate de asemenea descompunerile (desc.), pierderile de apă ($-nH_2O$), sau în general transformările suferite la încălzire.

În coloana a opta sînt indicate cîteva date asupra formei cristaline de prezentare obișnuită (habitus), aspectul și caracteristici principale ale substanței (higroscopic, delicvescent, eflorescent etc.). În această coloană sînt indicate și valorile indicilor de refracție n_x^t la temperatura t°C și la radiația x corespunzătoare tabelului de mai jos:

Liniile spectrale de referință pentru indicii de refracție

Linia Fraunhofer	A′	b	C	D	d	e	F	g	G′	h
Simbol obișnuit			H_α, α		He, D_3		H_β, β,		H_γ, γ,	
Elementul emițător	K	He	H	Na	He	Hg	H	Hg	H	Hg
Lungimea de undă, A	7 682	7 065	6 563	5 996	5 876	5 461	4 861	4 358	4 340	4 047

În cazul cristalelor cu doi indici de refracție, respectiv cu trei indici de refracție, valorile pentru radiația D, sînt date în ordinea n_ω, n_ε, respectiv n_α, n_β, n_γ (cristale monoaxe, respectiv biaxe) la temperatura obișnuită dacă nu se indică special alte condiții, de exemplu $1{,}536^{25}$(Li) reprezintă indicele de refracție la 25°C pentru radiația roșie a litiului.

În coloanele 9, 10, 11 sînt conținute datele de solubilitate, s, exprimate în g substanță la 100 ml dizolvant la temperatura obișnuită; în cazurile cînd temperatura diferă, se specifică prin formularea s/t. Calificativul de insolubil corespunde unei cantități foarte mici dizolvate sub limita analitică obișnuită. Coloana mai conține și indicații asupra reacțiilor în diferiți dizolvanți și reactivi chimici importanți.

Prescurtările **folosite** în tabelul 7.2. sînt următoarele:

abs. = absolut
ac. = acid
acet. = acid acetic
acic. = acicular
act. = acetonă
al. = alcool etilic
al. abs. = alcool absolut
albst. = albastru

alc. = alcool etilic cald
alr. = alcool etilic rece
am. = amorf
anh. = anhidru
aq. = apă
aqc. = apă caldă
aqr. = apă rece
aq. reg. = apă regală
br. = brun
bz. = benzen
bzc. = benzen cald
bzr. = benzen rece
c. = cald
C = congelare
clf. = cloroform
clfc. = cloroform cald
clfr. = cloroform rece
col. = coloidal
compl. = complex
conc. = concentrat
crist. = cristale, cristalin
cșiu. = cenușiu
cub. = cubic
d = densitate
delic. = delicvescent
desc. = descompunere
dil. = diluat
efl. = eflorescent
em. = emulsie
et. = eter etilic
etpet. = eter de petrol
expl. = explodează
g. = greu
gb. = galben
gelat. = gelatinos
glac. = glacial
glic. = glicerină
hex. = hexagonal
hidr. = hidrolizează
higr. = higroscopic
inc. = incolor
inm. = înmoaie
infl. = inflamabil
ins. = insolubil
instab. = instabil
lig. = ligroină
liq. = lichid
mcl. = monoclinic
met. = metalic
metanol = alcool metilic
micr. = microscopic
microcrist. = microcristalin
min. = mineral
n. = negru
oct. = octaedru
or. = ortorombic
p.f. = punct de fierbere
pet. = petrol
piram. = piramidal
pl. = plăci
port. = portocaliu
pp. = precipitat, precipită
pr. = prisme
pres. = presiune
p.t. = punct de topire
p.tr. = punct de transformare
py=piridină
pulb. = pulbere
r. = rece
reacț. = reacționează
rmbdr. = romboedric
romb. = rombic
rș. = roșu
s. = solid
s. db. = sare dublă
slție = soluție
solv. = dizolvant
sol. = solubil
subl. = sublinează
stab. = stabil
tetr. = tetragonal
tetrdr. = tetraedric
tol. = toluen
tr. = transformare
transp. = transparente
tricl. = triclinic
trig. = trigonal
v. = violet
vap. = vapori
vd. = verde
volat. = volatil

Denumirea	Simbolul sau formula	Masa moleculară	Culoarea	Densitatea g/cm³	Punctul de topire °C	Punctul de fierbere °C	Forma cristalină, caracteristici generale, indice de refracție	Solubilitatea, g substanță la 100 ml		
								în apă la rece	în apă la cald	în diverși dizolvanți
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aluminiu $Z = 13$ valența III	Al	26,98	argintiu-alb	2,702	659,7	2057	cub., metal ductil	ins.	ins.	sol. baze, HCl, H_2SO_4; ins. NHO_3, acet.
triacetat	$Al(C_2H_3O_2)_3$	204,11	—	—	desc.	—	solid.	sol.	desc.	—
diacetat	$Al(OH)(C_2H_3O_2)_2 \cdot xH_2O$	—	alb	—	desc.	—	pulb.	g. sol.	sol.	ins. săruri NH_4; sol. ac.
acetat bazic	$Al_2O(C_2H_3O_2)_4$	306,14	alb	—	desc.	—	pulb. am.	ins.	sol.	sol. ac.
ortoarseniat	$AlAsO_4 \cdot 8H_2O$	310,02	alb	3,011	$-H_2O$	—	pulb.	ins.	ins.	g. sol. ac.
benzoat	$Al(C_7H_5O_2)_3$	390,33	alb	—	—	—	pulb. crist.	g. sol.	—	—
benziloxid	$Al(C_7H_7O)_3$	348,38	—	—	59...60	283...4/9,5	—	—	—	—
diborură	AlB_2	48,60	—	3,19	—	—	hex.	—	—	—
bromat	$Al(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	572,84	alb	—	62,3	desc. 100	crist. higr.	sol.	sol.	g. sol. ac.
bromură	$AlBr_3$ (sauAl_2Br_6)	266,71	inc.	$3{,}01^{-5}$	97,5	263,3/747	pl. romb. delic.	sol. cu violență	desc.	sol. al., CS_2, act. et.
bromură	$AlBr_3 \cdot 6H_2O$	374,80	inc. gălbui	2,54	93	desc > 100	ace delic.	sol.	desc.	g. sol CS_2; sol., al., al. amilic

bromură	$AlBr_3 \cdot 15H_2O$	536,94	inc.	—	−7,5	desc. 7	acc	sol.	sol.	sol. al.
butoxid	$Al(C_4H_9O)_3$	246,33	alb	$1{,}0251^{20}$	101,5—102	284,5/10	crist.	desc.	desc.	sol. al.
carbură	Al_4C_3	143,96	gb.-vd.	2,36	> 1400	desc. la temp. înaltă 2,5 atm	hex. *n* 2,7... ...2,75	desc. CH_4	desc.	ins. act; desc. ac. dil.
clorat	$Al(ClO_3)_3 \cdot 6H_2O$	385,45	inc.	—	desc.	—	rmbdr. delic.	sol.	sol.	sol. HCl dil,
clorură	$AlCl_3$ (sau Al_2Cl_6)	133,34	alb inc.	$2{,}44^{25}$; liq. $1{,}31^{200}$	190/2,5at	182,7/752 subl. 177,8	hex. *n* 1,560; 1,507; delic. miros de HCl	69,9/15 sol. v.	sol. desc.	100/12,5 al. abs, 0,72/25 clf.; g.sol. bz; sol. CCl_4 et.
clorură	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	241,43	inc.	2,398—2,440	—	desc.	romb. *n* 1,560,1,507; aproape inodor, delic.	sol.	sol. degajare HCl	50 al. abs. sol. et.
trietil-aluminiu	$Al(C_2H_5)_3$	114,17	inc.	—	< −18	194	liq. se aprinde în aer; $n^{6,5}$ 1,480	expl. desc.→ $Al(OH) + C_2H_6$		—
trietil-aluminiu eterat	$4Al(C_2H_5)_3 \cdot 3(C_2H_5)_2O$	679,04	inc.	—	—	112/16	liq.	expl.	—	desc. al. sol. bz., et
α-etil-acetil-acetat	$Al(C_6H_9O_3)_3$	414,39	alb	$1{,}101^{80}$	78...79	190...200/11	crist.	desc.	—	sol. lig.
dietil-malonat	$Al(C_7H_{11}O_4)_3$	504,47	—	$1{,}084^{100}$	98	—	—	ins.	—	sol. solv. org.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
etoxid	$Al(C_2H_5O)_3$	162,17	alb	$1{,}142_{0}^{20}$	134	205/14.	crist.	desc.	sol.	g. sol. al., et.
trifenil-aluminiu	$Al(C_6H_5)_3$	258,30	alb	—	196...200	—	ace	desc.	—	desc. al. clf., CCl_4; sol. bz.
1-fenil-4-sulfonat	$Al(C_6H_5O_4S)_3$	546,49	roșietic-alb	—	—	—	pulb.	sol.	—	sol. al. glic.
fenoxid	$Al(C_6H_5O)_3$	306,30	cșiu.alb	1,23	265 desc.	—	masă crist.	desc.	—	sol. al., et., clf,
ferocianură	$Al_4[Fe(CN)_6]_3 \cdot 17H_2O$	1050,05	br.	—	—	—	pulb.	g. sol.	g. sol	sol. ac. dil.
fluorură	AlF_3	83,98	inc.-transparent	3,07	1040	subl. 1260	tricl.	sol.	sol.	ins. ac., al., baze, act.
fluorură (fluelită)	$AlF_3 \cdot H_2O$	101,99	inc.	2,17	—	—	romb.; *n* 1,473; 1490 1,511	g. sol.	g. sol.	g. sol. al
fluorură	$AlF_3 \cdot 3\ 1/2\ H_2O$	147,03	alb	—	$-2H_2O$, 100	$-3H_2O$, 250	pulb. crist.	ins.	g. sol.	—
fluorură de sodiu și-(criolit)	$AlF_3 \cdot 3NaF$	209,94	inc.	2,9	1100	—	crist. mcl. sau cub; *n* 1,364 (β)	ins.	g. sol.	desc. baze
fluorosilicat	$Al_2(SiF_6)_3$	480,19	alb	—	—	—	pulb.	ins.	—	—
ortofosfat	$AlPO_4$	121,95	—	2,566	> 1500	—	pl. romb.; *n* 1,546; 1,556; 1,578	ins.	ins.	ins. al.; sol. ac. baze

hidroxid-α (oxid hidratat) (bayerit)	$Al(OH)_3$ sau $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$	156,01	alb	2,53	tr. în $Al_2O_3 \cdot H_2O$ (boemit)	—	microcrist.	ins.	ins.	ins. al.; sol. ac. c., baze
hidroxid oxid hidratat (hidrargilit)	$Al(OH)_3$ sau $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$	156,01	alb	2,42	tr. în $Al_2O_3 \cdot H_2O$ (boemit)	—	mcl.	ins.	ins.	ins. al.; sol. ac. c., baze
oxihroxid α hidroxid (diaspor)	$AlO(OH)$	59,99	inc.	3,3...3,5	$-H_2O$tr. Al_2O_3 (corindon)	—	crist. romb.	ins.	ins.	sol. ac. c., baze
oxihidroxid γ hidroxid (boemit)	$AlO(OH)$	59,99	alb	3,01	$-H_2O$, tr. $\gamma\ Al_2O_3$	—	ortoromb., microcrist.	ins.	ins.	sol. ac. c., baze
iodură	AlI_3(sau Al_2I_6)	407,69	alb-br. depinde de I_2 liber	$3{,}98^{25}$	191	360 (382)	pl. delic.	sol. desc.	sol.	sol. al., et., CS_2
iodură	$AlI_3 \cdot 6H_2O$	515,79	alb-gb.	$1{,}0346_{6}^{20}$	118,5	140,5/8	crist.	desc.	—	sol. bz.
lactat	$Al(C_3H_5O_3)_3$	294,40	alb-gălbui	—	—	—	pulb.	sol.	—	—
trimetil-aluminiu	$Al(CH_3)_3$	72,09	inc.	—	0	130	liq. se aprinde în aer n^{13} 1,432	desc. →	$Al(OH)_3 + CH_4$	sol. et.
nitrat	$Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	375,13	inc.	—	70	desc. 150	romb. delic.	63,7/25	sol. desc.	100 al.; sol. act.; HNO_3, baze, CS_2
nitrură (azotură)	AlN	40,99	alb	3,26	>2200/4 atm	subl. 2000	hex.	desc. degajare NH_3	desc.	desc. ac. baze, al.

7.2. (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oleat	$Al(C_{18}H_{33}O_2)_3$	871,37	alb	—	—	—	pulb., probabil stabil ca sare bazică	desc.	desc.	ins. al; g. sol. bz.
oxalat	$Al_2(C_2O_4)_3 \cdot 4H_2O$	390,05	alb	—	—	—	pulb.	ins.	ins.	ins. al.; sol. ac.
oxid	Al_2O_3	101,96	inc.	3,5...3,9	2050	3500±200	hex., *n* 1,765	0,000098/29	ins.	g. sol. ac., baze
oxid α (corindon)	Al_2O_3	101,96	inc.	3,97	2015±15	3500	trig., *n* 1,765	0,000098/29	ins.	g. sol. ac., baze
oxid γ	Al_2O_3	101,96	alb	3,5.. 3,9	tr. în α	—	microcrist., *n* 1,7	ins.	ins.	g. sol. ac., baze
oxid (hidratat)	$Al_2O_3 \cdot xH_2O$	—	alb	—	$-xH_2O$, tr. $Al_2O_3\gamma$	—	pulb. am.	ins.	ins.	sol. ac., baze
monopalmitat	$Al(OH)_2C_{16}H_{31}O_2$	316,42	alb	1,095	200	—	—	ins.	—	sol. hidrocarburi, baze
2,4- pentandionat (acetilacetonat)	$Al(C_5H_7O_2)_3$	324,31	—	$1{,}007^{195}$	194	314...50	pr. mcl.	g. sol.	—	sol. al., bz., et.
propoxid	$Al(C_3H_7O)_3$	204,25	alb	$1{,}0578_0^{20}$	106	248/14	crist.	desc.	desc.	sol. al.
izopropoxid	$Al(C_3H_7O)_3$	204,25	alb	$1{,}0346_0^{20}$	118,5	140,5/8	crist.	desc.	—	sol. bz.
salicilat	$Al(C_7H_5O_3)_3$	438,37	roșiatic-alb	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. al., sol. baze dil.

silicat (mulit)	$Al_6Si_2O_{13}$	426,05	inc.	3,15	desc. 1810	—	romb.	g. sol.	—	—
monostearat	$Al(OH)_2C_{18}H_{35}O_2$	344,47	alb	1,010	160	—	—	—	—	sol. ulei. min., pet. terpentină
distearat	$Al(OH)(C_{18}H_{35}O_2)_2$	610,95	alb	1,010	145	—	—	—	—	sol. ulei. min., pet. terpentină
tristearat	$Al(Cl_{18}H_{35}O_2)_3$	877,42	alb	1,010	103	—	—	ins.	—	g. sol. al. sol. ulei, pet., terpentină, baze
sulfat	$Al_2(SO_4)_3$	342,15	alb	2,71	desc. 770	—	pulb.	31,3/0	98,1/100	g. sol. al.; sol. ac. dil.
sulfat	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	504,29	alb	$1{,}705^{20}_{0}$	desc.	—	mcl., *n* 1,459	sol.	sol.	sol. ac., baze
sulfat (alunogenit)	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	666,42	inc.	$1{,}69^{17}$	desc. 86,5	—	mcl., *n* 1,474 1,488, 1,483	sol.	sol.	ins. al.
sulfat de amoniu și	$NH_4Al(SO_4)_2$	237,14	inc.	2,039	—	—	hex.	sol.	—	ins. al.; sol. glic.
sulfat de amoniu și- cu $12H_2O$	$AlNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	453,33	inc.	1,64	93,5	$-10H_2O$ 120	cub.; *n* 1,459	15/20	∞	ins. al.; sol. ac. dil.
sulfat de cesiu și- cu $12H_2O$	$AlCs(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	568,19	inc.	1,97	117	—	cub.; *n* 1,4587	0,34/0	42,54/100	ins. al.; sol. ac. dil.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfat de potasiu şi- cu $12H_2O$	$AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	474,39	inc.	1,75	92 (84,5)	$-9H_2O$, 64,5	cub. sau mcl. *n* 1,4562...1,4580	11,4/20	∞	ins. al.; sol. ac. ac. dil.
sulfat de sodiu şi- cu $12H_2O$	$AlNa(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	458,28	inc.	1,675	61	—	cub. oct. *n* 1,4388	anh. 110/15	anh. 146,3/30 desc. > 30	ins. al.; sol. ac. dil.
sulfat de taliu şi- cu $12H_2O$	$AlTl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	639,66	inc.	2,32	91	—	cub. oct. *n* 1,4976	10/20	65,19/60	—
sulfură	Al_2S_3	150,14	gb.	2,02	1100	subl. 1550 (N_2)	hex., miros H_2S; desc. aer umed	desc.	desc.	—
Amoniu acetat	$NH_4C_2H_3O_2$	77,08	alb	1,073	114	desc.	crist. higr.	148/4	desc.	g. sol. act.; sol al.
hidrogen acetat	$NH_4C_2H_3O_2 \cdot HC_2H_3O_2$	137,14	—	—	66	—	ace delic.	sol.	—	sol. al.
ortoarseniat	$(NH_4)_3AsO_4 \cdot 3H_2O$	247,08	—	—	desc. pierde NH_3	—	crist. romb.	—	—	—
ortoarseniat, monohidrogen (monoacid)	$(NH_4)_2HAsO_4$	176,00	inc.	1,989	desc.	—	mcl., miros de NH_3	sol.	desc.	—
ortoarseniat dihidrogen, (biacid)	$NH_4H_2AsO_4$	158,97	inc.	$2,311^9$	desc. $-NH_3$, 300	—	tetr.	33,74	122,4/90	—

arseniat de calciu şi-	$NH_4CaAsO_4 \cdot 6H_2O$	305,13	inc.	$1,905^{15}$	desc. 140	—	mcl.	0,02	sol.	ins. NH_4OH sol. NH_4Cl
arseniat de magneziu şi-	$NH_4MgAsO_4 \cdot 6H_2O$	289,36	inc.	$1,932^{15}$	desc.	—	tetr. *n* 1,608	0,038/20	0,024/80	ins. al; sol. ac.
metaarsenit	NH_4AsO_2	124,96	inc.	—	—	—	pr. romb.	sol.	desc.	ins. al., act.; g. sol., NH_4OH
azidă(azotură)	NH_4N_3	60,06	inc.	1,346	160	subl. 134; expl.	pl.	20,16 la, 100 cm³ soluţie	27,07/40 la, 100 cm³ soluţie	ins. et.; sol. NH_3, 1,06 al.
benzensulfonat	$NH_4C_6H_5SO_3$	175,21	—	1,342	271...5 desc.	—	romb.	98	320	ins. et., bz,; sol. 19 alr.
benzoat	$NH_4C_7H_5O_2$	139,16	inc.	1,260	198 desc.	subl. 160	romb.	19,6/14,5	83,3/100	ins. et.; sol. 1,63/25 al.
pentaborat (decaborat)	$NH_4B_5O_8 \cdot 4H_2O$	272,21	—	—	—	—	—	7,03/18	—	—
peroxiborat	$NH_4BO_3 \cdot 1/2H_2O$	85,86	alb.	—	desc.	—	crist.	1,55/17,5	desc.	ins. al.
tetraborat (biborat)	$(NH_4)_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$	263,38	inc.	—	desc.	—	tetr.	7,27/18	52,68 g/100 g soluţie la 90°C	—
bromat	NH_4BrO_3	145,95	inc.	—	expl.	—	hex.	sol.	sol.	g. sol. al.
bromură	NH_4Br	97,95	inc.	2,429	subl. 542	235/vid	cub.; g. higr. n^{25} 1,712	59,8/0	145,6/100	sol. al., et, act., NH_3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bromoplatinat	$(NH_4)_2PtBr_6$	710,62	rş-br.	4,265^{21}	desc. 145	—	cub.	0,40/0 0,59/20	0,36/100	—
bromoseleniat	$(NH_4)_2SeBr_6$	594,49	rş.	3,326	—	—	oct.	desc.	desc.	g. sol. et.
bromostanat	$(NH_4)_2SnBr_6$	634,22	inc.	3,50	desc.	—	cub.	sol.	—	—
carbamat	$\cdot NH_4NH_2CO_2$	78,07	inc.	—	subl. 60	—	romb.	sol.	desc.	ins. act.; g. sol. al.; sol. NH_4OH
carbamat-hidrogencarbonat	$NH_4NH_2CO_2 \cdot \cdot NH_4HCO_3$	157,13	alb	—	subl.	—	crist.	25/150	67/650	—
carbonat	$(NH_4)_2CO_3$	96,09	inc.	—	desc. 58	—	cub.	100/15	desc.	ins. al.; NH_3, CS_2,
hidrogen carbonat (bicarbonat)	NH_4HCO_3	79,06	inc.	1,58	107,5 (desc. 36...60)	subl.	romb. sau mcl. *n* 1,423; 1,536; 1,555	11,9/0	desc.	ins. al., act.
carbonat de magneziu şi-	$(NH_4)_2CO_3 \cdot MgCO_3 \cdot 4\ H_2O$	252,47	alb	—	—	—	—	sol.	sol.	ins. al.; sol. ac.
carbonat de uranil şi-	$2(NH_4)_2CO_3 \cdot UO_2CO_3 \cdot 2H_2O$	558,24	gb.	2,773	desc. 100	—	mcl.	5,8/19	desc.	sol. SO_2 $(NH_4)_2CO_3$ aq.
cianat	NH_4OCN	60,06	alb	—	desc. 60	—	crist.	sol.	desc.	ins. et.; g. sol. al.
cianură	NH_4CN	44,06	inc.	1,02^{100} g/l	desc. 36	subl. 40	cub.	sol.	desc.	sol. al.

cianoaurat	$NH_4Au(CN)_4 \cdot H_2O$	337,09	inc.	—	desc. 200	—	pl.	sol.	—	ins. et.; sol. al.
cianoaurit	$NH_4Au(CN)_2$	267,04	inc.	—	desc. 100	—	cub.	sol.	sol.	ins. et.; sol. al.
cianoplatinit	$(NH_4)_2Pt(CN)_4 \cdot H_2O$	353,25	gb.	—	—	—	crist.	sol.	—	—
tricitrat (*terț*)	$(NH_4)_3C_6H_5O_7$	243,22	alb	—	desc.	—	crist. delic.	sol.	desc.	ins. al., act., et.
dicitrat, (*sec*)	$(NH_4)_2HC_6H_5O_7$	226,19	alb	—	—	—	granule sau pulb.	sol.	—	g. sol. al.
clorat	NH_4ClO_3	101,49	inc.	—	expl. 102	—	mcl. ace	sol.	sol.	g. sol. al.
perclorat	NH_4ClO_4	117,49	inc.	1,95	desc.	—	romb. *n* 1,482	10,74/0	42,54/85	g. sol. al.; sol. act.
clorură	NH_4Cl	53,49	inc.	1,527	subl. 335	—	cub. *n* 1,642	29,7/0	75,8/100	0,6/19 al.; sol. NH_3
clorură de aluminiu și-	$NH_4Cl \cdot AlCl_3$	186,83	alb	—	304	—	crist.	sol.	—	—
clorură de cadmiu și-	$4NH_4Cl \cdot CdCl_2$	397,27	—	2,01	—	—	romb. *n* 1,6038	sol.	—	—
clorură de cupru (II) și-	$2NH_4Cl \cdot CuCl_2 \cdot 2H_2O$	277,46	albst.	1,993	desc. 110	—	tetr. *n* 1,744; 1,724	33,8/0	99,3/80	g. sol. NH_3; sol. al.; ac.
clorură de magneziu și-	$NH_4Cl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	256,80	—	1,456	desc.	—	romb. delic.	16,7	—	—
clorură de nichel și-	$NH_4Cl \cdot NiCl_2 \cdot 6H_2O$	291,20	vd.	1,645	—	—	mcl. delic.	sol.	sol.	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clorură de taliu și-	$3NH_4Cl \cdot TlCl_3 \cdot 2H_2O$	507,23	inc.	2,39	—	—	—	sol.	—	—
cloroaurat	NH_4AuCl_4	356,81	gb.	—	—	—	romb. sau mcl.	sol.	—	g. sol. al.
cloroaurat	$(NH_4AuCl_4)_4 \cdot 5H_2O$	1517,35	gb.	—	$5HO_2$, 100		mcl.	sol.	—	sol. al.
clorogalat	NH_4GaCl_4	229,57	alb	—	275	—	crist.	sol.	sol.	ins. et pet.; sol. al.
cloroiridat	$(NH_4)_2IrCl_6$	441,00	rș. n.	2,856	desc.	—	cub.	0,556/0; 0,69/14	4,38/80	ins. al.; sol. HCl
cloroiridit	$(NH_4)_3IrCl_6 \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$	486,07	vd.-br.	—	—	—	—	sol.	—	—
cloroosmiat	$(NH_4)_2OsCl_6$	439,00	—	2,93	—	—	cub.	—	—	—
cloropaladat	$(NH_4)_2PdCl_6$	355,20	rș-br.	2,418	desc.	—	cub.	g. sol.	—	—
cloropaladit	$(NH_4)_2PdCl_4$	284,29	vd. oliv	2,17	desc.	—	tetr.	sol.	—	ins. al.
cloroplatinat	$(NH_4)_2PtCl_6$	443,89	gb.	3,065	desc.	—	cub.	0,29/0; 0,67/20	3,37/100	0,005 al.; ins. et., HCl r.
cloroplatinit	$(NH_4)_2PtCl_4$	372,98	rș.	2,936	desc.	—	romb. (tetr.)	sol.	sol.	ins. al.
cloroplumbat	$(NH_4)_2PbCl_6$	455,99	gb.	2,925	desc. 120	—	cub.	g. sol.	desc.	sol. ac.
clorostanat	$(NH_4)_2SnCl_6$	367,49	alb	2,4	desc.	—	cub.	33/14,5	sol.	—
cromat	$(NH_4)_2CrO_4$	152,07	gb.	$1,91^{12}$	desc.	—	mcl.	40,5/30	desc.	ins. al.; g. sol. act., NH_3
bicromat	$(NH_4)_2Cr_2O_7$	252,06	port.	$2,15^{25}$	desc.	—	mcl.	30,8/15	89/30	ins. act.; sol. al.

peroxicromat	$(NH_4)_3CrO_8$	234,11	rș.-br.	—	desc. 40	expl. 50	cub.	g. sol.	desc.	ins. al. et.; g. sol. NH_3
cromat de magneziu și-	$(NH_4)_2 \cdot CrO_4 \cdot MgCrO_4 \cdot 6H_2O$	400,47	gb.	1,84	desc.	—	mcl. n 1,636; 1,637; 1,653	sol.	sol.	—
etilsulfat	$NH_4C_2H_5SO_4$	143,16	inc. gb. deschis	—	99	—	crist. higr.	sol.	—	—
fericianură	$(NH_4)_3Fe(CN)_6$	266,07	rș.	—	desc.	—	crist.	sol.	—	—
ferocianură	$(NH_4)_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	338,15	gb., tr. albst. în aer	—	desc.	—	mcl.	sol.	desc.	ins. al.
fluorură	NH_4F	37,04	inc.	1,315	subl.	—	hex. delic. n^{25} 1,315	sol.	desc.	ins. NH_3; sol. al.
bifluorură (hidrogen fluorură)	NH_4HF_2	57,04	—	lig. $1,21^{12}_{12}$	subl.	—	romb. sau tetr., delic.	sol.	sol.	g. sol. al.
fluorură de uranil și-	$(NH_4)_3UO_2F_5$	419,14	—	3,186	subl.	—	tetr. n 1,495	sol.	—	—
fluoroantimonit	$(NH_4)_2SbF_5$	252,82	inc.	—	subl., desc.	—	romb.	108	—	—
fluoroborat	NH_4BF_4	104,84	—	$1,851^{17}$	subl.	—	romb., pr.	25/16	95/100	sol. al.
fluorogalat	$(NH_4)_3GaF_6$	237,83	alb	—	—	desc. > 250 în GaF_3	oct. crist.	g. sol.	—	—
fluorogermanat	$(NH_4)_2GeF_6$	222,66	inc.	$2,564^{25}_{25}$	—	—	hex. pr. și bipiramidal n 1,428; 1,425	sol.	sol.	ins. al. CH_3OH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hexafluorofosfat	NH_4PF_6	163,00	inc.	$2,180^{18}$	desc.	—	pl.	sol.	sol.	sol. al., act.
difluorofosfit	$NH_4PO_2F_2$	119,01	inc.	—	213	—	romb.	sol.	sol.	sol. al., act.
fluorosilicat (criptoholit)	$(NH_4)_2SiF_6$	178,15	inc.	2,01	subl.	—	cub. sau hex. *n* 1,370	18,6/17	55,5/100	ins. act. aq. reg; sol. al.
fluorosulfonat	NH_4SO_3F	117,10	inc.	—	244,7	—	ace lungi	sol.	sol.	g. sol. al.; desc. NH_4OH; sol. CH_3OH
fluorotitanat	$(NH_4)_2TiF_6$	197,97	—	—	desc.	—	hex. pr.	sol.	sol.	ins. al., et.
fluorozirconat	$(NH_4)_2ZrF_6$	241,29	—	1,154	—	—	romb. hex.	—	—	—
fluorozirconat	$(NH_4)_3ZrF_7$	278,32	inc.	—	—	—	cub.; *n* 1,433	g. sol.	—	—
formiat	NH_4CHO_2	63,06	alb	1,266	116	desc. 180	mcl. delic.	102/0	531/80	sol. al., NH_3
hipofosfat	$(NH_4)_2H_2P_2O_6$	196,04	—	—	170	—	—	—	—	
ortofosfat (monohidrogen, monoacid)	$(NH_4)_2HPO_4$	132,06	inc.	1,619	desc.	desc.	mcl.	42,9/0 57,5/10	106,0/70	ins. al., act.
ortofosfat (diacid dihidrogen)	$NH_4H_2PO_4$	115,03	inc.	$1,803^{19}$	—	—	tetr. *n* 1,525; 1,479	22,7/0	173,2/100	ins. act.

fosfat de calciu şi-	$NH_4CaPO_4 \cdot 7H_2O$	279,20	inc.	$1,561^{15}$	desc.	—	mcl.	ins.	desc.	sol. ac.
fosfat de cobalt şi-	$NH_4CoPO_4 \cdot H_2O$	189,96	v.	—	—	—	pulb. crist.	ins.	—	sol. ac.
fosfat de magneziu şi- (guanit ştruvit)	$NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$	245,41	inc.	1,711... 1,715	desc.	—	romb. n 1,496 1,495; 1,504 degajă NH_3	0,0231/0 0,052/20	0,0195/80	ins. al.; sol. ac. dil.
fosfat de mangan şi-	$NH_4MnPO_4 \cdot H_2O$	185,96	alb	—	—	—	crist.	0,0031	0,05	ins. al., săruri de NH_4
hipofosfit	$NH_4H_2PO_2$	83,03	inc.	2,515	200	desc. 240	romb. tablete	sol.	sol.	ins. act.; sol. al., NH_3
dihidrogen ortofosfit (diacid)	$NH_4H_2PO_3$	99,03	inc.	—	123	desc. 145	mcl. pr.	171/0	sol.	ins. al.
fosfomolibdat (molibdofosfat)	$(NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}]$	1876,35	gb.	—	desc.	—	pulb.	g. sol.	g. sol.	ins. al., HNO_3; sol. baze
fosfowolframat	$(NH_4)_3[P(W_3O_{10})_4]$	2931,27	alb	—	—	—	—	g. sol.	g. sol.	—
hidroxid	NH_4OH	35,05	—	—	−77	—	există numai în soluţie la temp. ordinară	sol	—	—
iodat	NH_4IO_3	192,94	—	$3,309^{21}$	desc. 150	—	romb. sau mcl.	2,6/15	14,5/100	—
metaperiodat	NH_4IO_4	208,94	inc.	$3,056^{18}$	expl.	—	tetr.	2,7/16	—	—
iodură	NH_4I	144,94	inc.	2,514	subl. 551	220/vid	cub. higr. n^{25} 1,701	154,2/0	250,3/100	g. sol. et.; sol. al., act., NH_3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
triiodură	NH_4I_3	398,75	br.	3,749	—	—	romb.	sol. desc.	desc.	—
iodură de cupru (I) și-	$NH_4I \cdot CuI \cdot H_2O$	353,40	—	—	—	—	pl. romb.	desc.	desc.	sol. NH_4I
iodoplatinat	$(NH_4)_2PtI_6$	992,59	—	4,61	—	—	cub.	—	—	—
lactat	$NH_4C_3H_5O_3$	107,11	inc. gălbui	1,19... $1,21^{25}$	—	—	liq. siropos	∞	—	∞ al.
laurat acid (amestec)	$NH_4C_{12}H_{23}O_2 \cdot C_{12}H_{24}O_2$	417,68	alb	—	75	desc.	solid	sol.	sol.	g. sol. et., act.; sol. 4,8/7 al.
hidrogen malat	$NH_4HC_4H_4O_5$	151,12	inc.	1,5	161	desc.	romb.	32,2/15,7	—	—
permanganat	NH_4MnO_4	136,97	—	2,208	expl.	—	romb.	7,9/15	desc.	—
miristat acid (amestec)	$NH_4C_{14}H_{27}O_2 \cdot C_{14}H_{28}O_2$	473,79	alb	—	75...90	desc.	solid	g. sol.	sol.	ins.et.r.; sol al.
molibdat	$(NH_4)_2MoO_4$	196,02	inc.	2,27	desc.	—	mcl. pr.	sol (desc)	desc.	ins. al., act., SO_2, NH_3; sol. ac.
paramolibdat	$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ [sau $(NH_4)_6 \cdot H_8Mo_7O_{28}$ aprox.]	1235,86	inc. gălbui	2,498	desc.	—	mcl.	40	desc.	sol. ac., baze
molibdotelurat	$(NH_4)_6[TeMo_6O_{24}] \cdot 7H_2O$	1321,56	inc.	2,78	550 desc.	desc.	romb.	sol.	sol.	—

nitrat (azotat)	NH_4NO_3	80,04	inc.	1,725^{25}	169,6	desc. 210	romb. (mcl. > 32,1)	118,3/0	871/100	3,8/20 al.; 17,1/20 CH_3OH; sol NH_3, act.
nitrat de ceriu (III) și-	$2NH_4NO_3 \cdot Ce(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	558,28	—	—	74	—	mcl.	318/20	817,4/65	—
nitrat de ceriu și-	$(HN_4)_2[Ce(NO_3)_6]$	548,23	gb. -rș.	—	—	—	mcl.	142,6/25	232/90	g. sol. HNO_3; sol. al.
nitrat-sulfat (salpetru de Leuna)	$2NH_4NO_3$ $(NH_4)_2SO_4$	292,23	inc.	1,68	310	—	romb.	sol. desc.	—	—
nitrit	NH_4NO_2	64,04	alb gălbui	1,69	desc.	—	crist.	sol.	desc.	ins. et; sol. al.
oleat acid (amestec)	$NH_4C_{18}H_{33}O_2 \cdot C_{18}H_{34}O_2$	581,97	alb	—	78 desc.	—	pulb.	sol.	sol.	31/0; 47/10; 80/50 al. 13,3/15et.
oxalat	$(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$	142,10	inc.	1,50	desc.	—	romb. n 1,439; 1,546, 1,594	2,54/0 4,0/16,8	11,8/50 34,8	ins. NH_3
oxalat acid (hidrogen oxalat, bioxalat)	$NH_4HC_2O_4 \cdot H_2O$	125,07	inc.	1,556	desc.	—	romb.	sol.	—	ins. et., bz.
trioxaloferrat (III)	$(NH_4)_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$	428,04	vd.	1,78	desc. 165	—	mcl.	42,7/0	345/100	—
oxalat bazic de titan și-	$(NH_4)_2TiO(C_2O_4)_2 \cdot H_2O$	294,01	alb	—	—	—	masă crist.	sol.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
palmitat acid (amestec)	$NH_4C_{16}H_{31}O_2 \cdot C_{16}H_{32}O_2$	529,89	gb.	—	>100	desc.	păstos sau pulb.	g. sol.	sol.	5,0/0, 8,80/50 al., 0,23/13 et.
picramat	$NH_4C_6H_4N_3O_5$	216,15	rş. br.	—	—	—	publ. crist.	sol.	—	sol. al.
picrat	$NH_4C_6H_2N_3O_7$	246,14	rş. sau gb.	1,719	desc.	expl. 423	romb.	1,1/20	sol.	g. sol. al.
propionat	$NH_4C_3H_5O_2$	91,11	—	$1,108^{25}$	45	—	pr. delic.	sol.	—	sol. al., acet.
perrenat	NH_4ReO_4	268,24	alb	—	desc.	desc.	hex. pl.	6,1/20	sol.	—
salicilat	$NH_4C_7H_5O_3$	155,15	inc.	—	—	subl.	mcl.	111/25	sol.	28,8/25 al.
seleniat	$(NH_4)_2SeO_4$	179,03	inc.	2,194	desc.	—	mcl. *n* 1,561; 1,563; 1,585	117/7	197/100	ins. al., act., NH_3
hidrogen seleniat	NH_4HSeO_4	162,00	—	2,162	desc.	—	romb.	—	—	—
seleniură	$(NH_4)_2Se$	115,04	br.	—	—	desc.	—	sol.	—	—
stearat acid (amestec)	$NH_4C_{18}H_{35}O_2 \cdot C_{18}H_{36}O_2$	586,00	alb.	—	110 desc.	sol.	crist.	sol.	—	0,3/25 al. 0,08/25 ac. 0,19/25 et.
succinat	$(NH_4)_2C_4H_4O_4$	152,15	inc.	—	—	—	crist.	sol.	—	sol. al.
sulfamat	$NH_4NH_2SO_3$	114,12	—	—	125	desc. 160	pl. late, delic. romb.	166,6/10	357/50	ins. al.
sulfat (mascagnit)	$(NH_4)_2SO_4$	132,14	inc.	1,769	desc. 280	—	*n* 1,521; 1,523; 1,533	70,6/0 76	103,8/100	ins. al., act., HN_3

hidrogen sulfat acid (bisulfat)	NH_4HSO_4	115,11	inc.	1,78	146,9	—	romb.	100	sol.	ins. act.; g. sol. al
persulfat	$(NH_4)_2S_2O_8$	228,80	inc.	1,982	desc. 120	—	mcl. *n* 1,498; 1,502; 1,587	58,2/0	sol.	—
sulfat de ceriu (III) şi-	$(NH_4)_2SO_4 \cdot Ce_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	844,69	—	2,523	$-6H_2O$, 100 $-8H_2O$, 150	—	mcl.	anh. 5,33/22 3,29/40	1,05/90	—
sulfat de cobalt şi-	$(NH_4)_2SO_4 \cdot CoSO_4 \cdot 6H_2O$	395,23	rş. rubin	1,902	—	—	mcl. *n* 1,490; 1,495; 1,503	20,5/20	45,4/80	ins. al.
sulfat de crom şi-	$(NH_4)Cr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	478,34	vd. sau v.	1,72	94; $-9H_2O$, 100	—	cub. *n* 1,4842	21,2/25	32,8/40 vd. la70	sol. al., ac. dil.
sulfat de fier (II) şi-	$(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$	392,14	vd.	1,864	desc.	—	mcl. *n* 1,487; 1,492; 1,499	26,9/20	73,0/80	ins. al.
sulfat de fier (III) şi-	$NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	482,19	v.	1,71	230	$-12H_2O$ 230	cub. oct., efl. *n* 1,4854	124/25	400/100	ins. al.; sol. ac. dil.
sulfat de galiu şi-	$NH_4Ga(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	496,07	inc.	1,777	—	—	cub. oct. *n* 1,4684	30,9/25	—	0,00864 al. 70%
sulfat de iridiu şi-	$NH_4Ir(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	618,55	gb. rş.	—	106	—	—	sol.	—	—
sulfat de magneziu şi- (boussingaultit)	$(NH_4)_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$	360,60	inc.	1,723	> 120	—	mcl. *n* 1,472; 1,473; 1,479	17,68/0	130,58/100	—
sulfat de mangan şi-	$(NH_4)_2SO_4 \cdot MnSO_4 \cdot 6H_2O$	321,93	roşu deschis	1,83	—	—	mcl. *n* 1,480; 1,484; 1,491	51,3/25	sol.	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfat de nichel şi-	$(NH_4)_2SO_4 \cdot NiSO_4 \cdot 6H_2O$	395,00	albast. vd. închis	1,923	—	—	mcl. *n* 1,495; 1,501 1,508	10,4/20	30/80	ins. al.; sol. $(NH_4)_2SO_4$
sulfat de praseodim şi-	$(NH_4)_2SO_4 \cdot Pr_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	846,26	—	$2,531^{16,5}$	$-8H_2O$ 170	—	crist.	g. sol.	—	—
sulfat de vanadiu şi-	$NH_4V(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	477,29	rş. albastr.	1,687	49	—	—	28,45/20	—	—
sulfat de zinc şi-	$(NH_4)_2SO_4 \cdot ZnSO_4 \cdot 6H_2O$	401,66	alb	1,931	desc.	—	mcl. *n*. 1,489; 1,499	anh. 7/8	anh. 42/80	—
sulfit	$(NH_4)_2SO_3 \cdot H_2O$	134,15	inc.	$1,41^{25}$	desc.	subl. 150	mcl.	32,4/0	50,4/100 desc.	ins. act.; g. sol. al.
bisulfit	NH_4HSO_3	99,11	—	—	desc.	—	hex. pr.	267/0	620/60	—
sulfură	$(NH_4)_2S$	68,14	inc. gb.	—	desc.	—	crist. higr.	sol.	desc.	sol. al.; NH_3
sulfură acidă (hidrogen sulfură)	NH_4HS	51,11	alb	—	118 desc.	subl.	romb.	128,1/0	desc.	sol. al
(±)-tartrat	$(NH_4)_2C_4H_4O_6$	184,15	inc.	1,601	desc.	—	mcl. n_α 1,55; n_β 1,581	6,3/15	desc.	g. sol. al.
(±)-tartrat acid (hidrogen tartrat)	$NH_4HC_4H_4O_6$	167,12	inc.	1,636	desc.	—	mcl. pr. *n* 1,519; 1,561; 1,591	1/20	sol.	ins. al.; sol. ac., baze
telurat	$(NH_4)_2TeO_4$	227,67	alb	$3,01^{25}$ $3,024^{24}$	desc.	—	pulb.	sol.	sol.	ins. al.; sol. ac. dil.

tioantimoniat	$(NH_4)_3SbS_4 \cdot 4H_2O$	376,18	gb.	—	desc.	—	pr.	71,2/0	desc.	ins. al.
tritiocarbinat	$(NH_4)_2 CS_3$	144,28	gb.	—	subl.	—	crist.	sol.	desc.	g. sol. al., et.
tiocianat (rodanură)	NH_4SCN	76,12	inc.	1,305	149,6	desc. 170	mcl. delic.	128/0	sol.	sol. al., act., NH_3
ditionat	$(NH_4)_2S_2O_6 \cdot \frac{1}{2} H_2O$	205,21	—	1,704	desc. 130	—	mcl.	135/0	sol.	ins. al.
tiosulfat	$(NH_4)_2S_2O_3$	148,20	inc.	—	desc. 150	—	mcl.	sol.	—	inc. al.; g. sol. act.
valerat	$NH_4C_5H_9O_2$	119,16	inc. sau alb.	—	desc.	—	crist., miros neplăcut	sol.	—	sol. al., et.
metavanadat	NH_4VO_3	116,98	inc., alb gălbui	2,326	desc.	—	crist.	0,52/15	6,95/96 desc.	ins. al., et., NH_4Cl
wolframat	$x (NH_4)_2 \cdot O \cdot yWO_3 \cdot 2H_2O$	—	alb	—	desc.	—	crist.	sol.	sol.	ins. al., et.
parawolframat	$(NH_4)_6 W_7O_{24} \cdot 6H_2O$	1887,26	—	—	$-4H_2O$, 100	—	—	2,8/15, 4,5/22	—	ins. al.
D-zaharat acid (hidrogen)	$NH_4HC_6H_8O_8$	227,17	—	—	—	—	ace sau mcl. pr.	1,22/15	24,35/100	ins. alr.; sol. alc.
Antimoniu (stibiu) $Z=51$, valență III, V	Sb	121,75	argintiu alb	$6,684^{25}$	630,5	1380	hex. metal	ins.	ins.	ins. HCl, HF, H_2SO_4 dil., baze; sol. H_2SO_4 conc., aq. reg., HNO_3 + ac.tartric

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Combinațiile Sb (III)										
tribromură	$SbBr_3$	361,48	inc.	$4,148^{23}$	96,6	280	romb.	desc.	desc.	sol. al.; act., HCl, HBr, NH_3, CS_2
triclorură	$SbCl_3$	228,11	inc.	$3,140^{25}$	73,4	223	romb. delic.	601,6	∞/80	sol. al., ac. tartric, HCl CS_2
trifetil	$Sb(C_2H_5)_3$	208,94	—	$1,324^{16}$	<-29	159,5	liq.	ins.	ins.	sol. al., et
etoxid (III) (trietilantimonit)	$Sb(C_2H_5O)_3$	256,93	inc.	$1,524^{17}$	—	95/11	liq.	desc.	—	sol. solv. org.
trifenil (trifenilstibină)	$Sb(C_6H_5)_3$	353,07	inc.	$1,4343^{25}$ (1,4998)	50; (46...53)	$>220/1$ $>360/760$	pl. tricl.	ins.	ins.	g. sol. al.; sol. solv. org.
trifluorură	SbF_3	178,75	inc.	$4,379^{20.9}$	292	subl.	oct.	384,7/0	563,6/30	ins. NH_3
fluorură de sodiu și-(hexafluorostibiat de sodiu)	$SbNa_3F_6$	304,71	inc.	—	—	—	romb.	7,2	—	—
hidrură (hidrogen antimoniat)	SbH_3	124,77	inc.	liq. $2,26^{-25}$; $5,30^{0}$ g/l (gaz)	-88	-17	gaz	20 cm^3	4 cm^3	1500 cm^3 al. 2500 cm^3 CS_2
triiodură	SbI_3	502,46	—	$4,768^{22}$ mcl.	167	401	trig. mcl. rș.; romb. gb.	desc.	desc.	sol al., act. HI, HCl, KI, CS_2

α-mercapto acetamidă (tioglicolamidă)	$Sb(C_2H_4NOS)_3$	392,12	alb	—	139	—	crist.	200	—	ins. et.; g. sol.al.
trimetil	$Sb(CH_3)_3$	166,86	—	$1,523^{15}$	—	80,6	liq.	g. sol.	g. sol.	ins. al., sol. et.
trioxid (senarmontit)	Sb_2O_3 (sau Sb_4O_6)	291,50	alb	5,2	656	1550 subl.	cub., *n* 2,087	g. sol.	g. sol.	sol. acet., ac. tartric, HCl KOH
trioxid (valentinită)	Sb_2O_3 (sau Sb_4O_6)	291,50	inc	5,67	656	1550	romb *n* 2,18; 2,35; 2,35	g. sol	g. sol.	sol. acet., ac. tartric, HCl, KOH
oxiclorură (III)	$SbOCl$	173,20	alb	—	170 desc.	—	mcl.	ins.	desc.	ins. al., clf., NH_3, sol. act., CS_2, HCl
oxiclorură (III)	$Sb_4O_5Cl_2$	637,90	inc.	5,01	—	—	amestec $SbOCl + Sb_2O_3$	g. sol.	—	—
dioxisulfat (III)	$Sb_2O_2SO_4$	371,56	alb.	4,89	—	—	—	desc.	desc.	—
seleniură (III)	Sb_2Se_3	480,38	cşiu.	—	611	—	crist.	g. sol.	—	—
sulfat (III)	$Sb_2(SO_4)_3$	531,68	alb	$3,625^4$	desc.	—	pulb. delic.	ins.	desc.	sol. ac.
trisulfură	Sb_2S_3	339,69	rş. sau n.	4,64	550	—	romb. *n* 3,194; 4,046; 4,303	0,000175/18	desc.	ins. acet., sol. baze. NH_4HS K_2S, HCl
(+) tartrat	$Sb_2(C_4H_4O_6)_3 \cdot 6H_2O$	795,81	alb	—	—	—	pulb. crist.	sol.	—	—
tartrat de potasiu şi-(emetic)	$K[C_4H_2O_6Sb(H_2O)\cdot] \cdot 1/2H_2O$	334,00	inc.	2,60	desc.	—	romb.	7,9/21	35,7/100	ins. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
telurură	Sb_2Te_3	626,30	cşiu.	—	629	—	—	—	—	—
Combinațiile Sb (V) pentaclorură	$SbCl_5$	299,02	alb	liq. 2,336	2,8	140; 92/30	liq. sau mcl n^{14} 1,601	desc.	desc.	sol. ac. tartric, HCl
pentafluorură	SbF_5	216,74	inc.	liq. 2.99^{28}	7,0	149,5	liq.uleios	sol.	—	sol. KF
pentaiodură	SbI_5	756,27	br.	—	79	400,6	—	—	—	—
pentametil	$Sb(CH_3)_5$	196,93	—	—	96...100	—	existență probabilă	ins.	ins.	—
tetroxid	Sb_2O_4 (sau $Sb_2O_3 \cdot Sb_2O_5$)	307,50	alb	4,07	—0,930	—	pulb, n_D 2,00	ins.	ins.	sol. HCl HI, KOH
pentoxid	Sb_2O_5 (sau Sb_4O_{10})	323,50	gb.	3,78	—0,380	—20,930	publ.	ins.	ins.	sol. HCl, HI, KOH
oxiclorură	$SbOCl_3$	244,11	gb.	—	desc.	—	—	ins.	desc.	sol. al.
pentasulfură	Sb_2S_5	403,82	gb.-port.	4,120	desc.	—	publ.	ins.	ins.	ins. al.; sol. HCl, NH_4HS, baze
Argint $Z=47$ *Valența* I,II	Ag.	107,87	cşiu. deschis	10,5	960,8	1950	cub. metal *n* 0,54	ins.	ins.	ins. baze sol. HNO_3 H_2SO_4 conc. c, KCN.
acetat	$AgC_2H_3O_2$	166,92	alb	3,259^{15}	desc.	—	pl.	0,72/0 1,02/20	2,52/80	—
acetilură	Ag_2C_2	239,76	alb	—	expl.	—	am.	ins.	—	g. sol. al.; sol. ac.

ortoarseniat	Ag_3AsO_4	462,53	rș. închis	$6,657^{25}$	—	—	cub.	0,00085/20	—	sol. acet., NH_4OH
ortoarsenit	Ag_3AsO_3	446,53	gb.	—	150 desc.	—	pulb.	0,00115/20	ins.	ins. al.; sol. acet., NH_4OH, HNO_3
azidă (azotură)	AgN_3	149,89	alb	—	250	expl. 297	pr.	ins.	0,01/100	g. sol. NH_4OH; sol. HNO_3 dil., KCN
benzoat	$AgC_7H_5O_2$	228,99	alb	—	—	—	pulb.	0,262/25	sol.	0,017al.
tetraborat	$Ag_2B_4O_7 \cdot 2H_2O$	407,01	alb	—	—	—	—	g. sol.	—	sol. ac.
bromat	$AgBrO_3$	235,78	inc.	5,206	desc.	—	tetr. *n* 1,847; 1,920	0,196/25	1,33/90	g. sol. HNO_3; sol. NH_4OH
bromură (bromirit)	AgBr.	187,78	gb. deschis	$6,473^{25}$	434	desc. 700	cub. tip NaCl *n* 2,253	$8,4 \cdot 10^{-6}$	0,00037|100	ins. al.; g. sol. NH_4OH; sol. KCN; $Na_2S_2O_3$
carbonat	Ag_2CO_3	275,75	gb.	6,077	218 desc.	—	pulb.	0,0032/20	0,05/100	ins. al; sol. $Na_2S_2O_3$, NH_4OH
carbonat de potasiu și-	$AgKCO_3$	206,98	—	3,77	desc.	—	pl. rectangulare	desc.	—	—
cianat	AgOCN	149,89	inc.	4,00	desc.	—	—	g. sol.	sol.	sol. HNO_3, NH_4OH, KCN
cianură	AgCN	133,89	alb	3,95	desc. 320	—	hex.	0,000023|20	—	sol. HNO_3, NH_4OH, $Na_2S_2O_3$, KCN

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
cianură de potasiu și-	$AgK(CN)_2$	199,01	inc.	2,36	—	—	cub.	25/20	100	4,85 al.
clorat	$AgClO_3$	191,32	alb	4,430	230	desc. 270	tetr.	10/15	50/80	g. sol. al.
perclorat	$AgClO_4$	207,32	alb	$2,806^{25}$	desc. 486	—	crist. delic.	525/25	sol.	sol. al., tol.
clorură (cer-argint)	AgCl	143,32	alb	5,56	455	1550	cub. *n* 2,071	0,000089/10	0,0021/100	sol. NH_4OH, $Na_2S_2O_3$ KCN
citrat	$Ag_3C_6H_5O_7$	512,71	alb	—	desc.	—	ace	0,028/18	—	sol. NH_4OH, ac., $Na_2S_2O_3$, KCN
cromat	$Ag CrO_4$	331,73	rș.	5,625	—	—	mcl.	0,0014/0	0,008/70	sol. ac., KCN, NH_4OH
bicromat	$Ag_2Cr_2O_7$	431,73	rș.	4,770	desc.	—	tricl.	0,0083/15	desc.	sol NH_4OH, ac., KCN
fericianură	$Ag_3Fe (CN)_6$	535,56	port.	—	—	—	—	0,000066/20	—	ins. al.,; sol. NH_4OH; $(NH_4)_2CO_3$ c.
ferocianură	$Ag_4[Fe (CN)_6] \cdot H_2O$	661,45	alb	—	—	—	—	ins	ins.	ins. ac. NH_4OH, sol. K CN

fluorogalat	$Ag_3[GaF_6] \cdot 10H_2O$	687,47	inc.	2,90	—	—	ortoromb. crist. n 1,493	sol.	—	ins. al.
subfluorură	Ag_2F	234,74	gb.	8,57	desc. 90	—	hex.	desc.	—	—
fluorură	AgF	126,87	gb.	$5,852^{15,5}$	435	—	cub., delic.	182/15,5	205/108	g. sol. NH_4OH
difluorură(II)	AgF_2	145,87	br.	4,57 ... 4,78	690	—	pulb.	desc.	desc.	—
fluorosilicat	$Ag_2SiF_6 \cdot 4H_2O$	429,88	—	—	<100	desc.	crist. inc. sau pulb. alb	sol.	—	—
ortofosfat	Ag_3PO_4	418,58	gb.	$6,370^{25}$	849	—	cub.	0,00065/19,5	—	ins. NH_3; sol. ac., NH_4OH, KCN.
hidrogen-ortofosfat (monoacid)	Ag_2PO_4H	311,72	alb	—	desc. 110	—	trig. n 1,8036	—	—	—
metafosfat	$AgPO_3$	186,84	alb	6,37	aprox. 482	—	am.	ins.	—	sol. NH_4OH, HNO_3
pirofosfat	$Ag_4P_2O_7$	605,42	alb	$5,306^{7,5}$	585	—	—	ins.	ins.	ins. acet.; sol. ac., NH_4OH, KCN
fulminat	$Ag_2C_2N_2O_2$	299,77	—	—	expl.	—	ace înguste	0,075/13	sol.	ins. HNO_3; sol. NH_4OH
iodat	$AgIO_3$	282,77	inc.	5,525	> 200	desc.	romb.	0,003/10	0,019/60	sol. NH_4OH, HNO_3, KI,

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
iodomercurat (II)	Ag_2HgI_4	923,95	gb. puternic	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. ac. dil.; sol. KI, KCN
iodură (iodirit)	AgI	234,77	gb.	5,67	desc. 552	—	hex. *n* 2,21; 2,22	$3 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-6}$	g. sol. NH_4OH; sol. $Na_2S_2O_3$, KCN
lactat	$AgC_3H_5O_3 \cdot H_2O$	214,96	alb sau cșiu. deschis	—	—	—	pulb. crist.	aprox. 7,7	—	—
laurat	$AgC_{12}H_{23}O_2$	307,19	alb	—	212,5	—	pulb. unsuroasă	—	—	0,007/25 al.; 0,008/15 et.
levulinat	$AgC_5H_7O_3$	222,98	—	—	—	—	foițe	0,67/17	desc.	—
permanganat	$AgMnO_4$	226,81	v. închis	—	desc.	—	mcl.	0,55/0	1,69/28,5	desc. al.
miristat	$AgC_{14}H_{27}O_2$	335,24	—	—	211	—	—	0,007/25	—	0,006/25 al.; 0,007/15 et.
nitrat (azotat)	$AgNO_3$	169,87	inc.	$4,352^{19}$	212	444 desc.	romb. n_α 1,729; n_γ 1,788	122/0	952/100	g. sol. al abs.; sol. et., glic.
nitrit	$AgNO_2$	153,88	alb	$4,453^{26}$	desc. 140	—	romb.	0,155/0	1,363/60	ins. al.; sol acet., NH_4OH
hiponitrit	$Ag_2N_2O_2$	275,75	gb.	$5,75^{30}$	desc. 110	—	—	g. sol.	—	desc. H_2SO_4, HNO_3

nitroprusiat	$Ag_2[FeNO(CN)_5]$	431,68	rş. deschis	—	—	—	—	ins.	—	ins. al., HNO_3; sol. NH_4OH
oxalat	$Ag_2C_2O_4$	303,75	inc.	$5,029^{4}$	expl. 140	—	crist.	0,00339/18	—	sol. ac., KCN, NH_4OH
oxid	Ag_2O	231,74	br. —n.	$7,143^{16,6}$	desc. 300	—	cub.	0,0013/20	0,0053/80	ins. al.; sol. ac., NH_4OH, KCN
peroxid	Ag_2O_2 (sau AgO)	247,74	n. cşiu.	7,44	desc. > 100	—	cub.	ins.	—	sol. HNO_3 conc., H_2SO_4, NH_4OH
palmitat	$AgC_{16}H_{31}O_2$	363,29	alb	—	209	—	pulb. unsuroasă	0,0012/20 0,004/25	0,006/50	0,006/25 al., 0,0017/15 et.
perrenat	$AgReO_4$	358,07	alb.	7,05	430	—	tetr. sau romb.	0,32/20	—	—
perrenat de diamino-	$[Ag(NH_3)_2]\ ReO_4$	392,13	inc.	3,901	—	—	mcl. crist.	—	—	1,618 NH_4OH conc.
propionat	$AgC_3H_5O_2$	180,94	alb	$2,687^{25}$	—	—	foiţe sau ace	0,842/20	2,03/80	—
salicilat	$AgC_7H_5O_3$	244,99	alb spre roşiatic	—	—	—	crist.	sol.	—	sol. al.
seleniură	Ag_2Se	294,70	cşiu. deschis	8,0	880	desc.	cub.	ins.	—	sol. HN_4OH, HNO_3c.

7.2. (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stearat	$AgC_{18}H_{35}O_2$	391,35	alb	—	205	—	pulb. am.	0,006/20	—	0,006/25 al., 0,006/25 et.
sulfat	Ag_2SO_4	311,80	alb	$5,45_{29,2}$	652	desc. 1085	romb.	0,57/0	1,41/100	ins. al.; sol. ac., NH_4OH
sulfit	Ag_2SO_3	395,80	alb	—	desc. 100	—	crist.	g. sol.	g. sol.	ins. HNO_3 sol. ac., NH_4OH, KCN
sulfură (acantit)	Ag_2S	247,80	cşiu. n	7,326	tr. 175	desc.	romb.	0,00002	—	sol. H_2SO_4 conc., HNO_3, KCN
sulfură (argentit)	Ag_2S	247,80	n.	7,317	825	desc.	cub.	0,000014/20	—	sol. ac., KCN
(+)-tartrat	$Ag_2C_4H_4O_6$	363,81	—	$3,432^{15}$	desc.	—	solzi	0,2/18	0,203/25	sol. al., KCN, NH_4OH
ortotelurat (tetrahidrogen-)	$Ag_2H_4TeO_6$	443,37	gb.	—	desc. > 200	—	romb. bipiramidal	ins.	ins.	sol. NH_4OH, KCN
telurură (hessit)	Ag_2Te	343,34	cşiu.	8,5	955	—	cub.	ins.	—	sol. HNO_3, KCN
telurit	Ag_2TeO_3	391,34	gb. alb.	—	250 albst. 450 gb. deschis	—	pp.	ins.	ins.	sol. NH_3, KCN

tioantimonit (pirargirit)	Ag_3SbS_3	541,55	—	5,76	>175	—	trig. *n* 3,084; 2,881 (Li)	ins.	ins.	sol. HNO_3
tioarsenit (proustit)	Ag_3AsS_3	494,72	—	5,49	>175	—	trig. *n* 3,088; 2,792	ins.	ins.	sol. HNO_3
tiocianat (rodanură)	AgSCN	165,95	inc. alb	—	desc.	—	crist.	0,000021/25	0,00064/100	ins. al.; sol. NH_4OH
ditionat	$Ag_2S_2O_6 \cdot 2H_2O$	411,90	3,61		—	—	romb. *n* 1,662	—	—	—
tiosulfat	$Ag_2S_2O_3$	327,87	alb	—	desc.	—	—	g. sol.	—	sol. NH_4OH, $Na_2S_2O_3$
wolframat	Ag_2WO_4	463,59	gb. deschis	—	—	—	crist.	0,05/15	—	sol. HNO_3, NH_4OH KCN
Argon $Z=18$ valența 0	Ar	39,948	inc.	$1,784^0$ g/l; liq. $1,40^{-186}_{-233}$ cr ist. 1,65	$-189,2$	$-185,7$	gaz inert.	56cm³/0	3,01cm³/50	—
Arsen $Z=33$ valența III, V (crist. n.)	As_4	299,69	argintiu cșiu.n.	$5,727^{14}$	814/36 at	subl. 615	hex. met.	ins.	ins.	sol. HNO_3
n. am.	As_4	299,69	n.	4,7	—	—	am.	ins.	ins.	sol. HNO_3, aq. reg., aq. Cl_2, baze
gb.	As_4	299,69	gb.	$2,0^{20}$	—	—	cub.	ins.	—	sol. CS_2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
arsanilic (p-) acid (acid p-aminofenilarsinic)	$H_2NC_6H_4AsO(OH)_2$	217,06	alb	—	232	—	ace	—	—	ins. bz., clf.; g. sol. al., act.; sol. et., CH_3OH
arsenic, acid orto	$H_3AsO_4 \cdot 1/2H_2O$	151,02	alb	2,0...2,5	35,5	$-H_2O$, 160	crist. translucide higr.	16,7	50	sol. al., glic., baze
arsenic, acid, piro	$H_4As_2O_7$	265,87	inc.	—	desc. 206	—	crist.	formează ortoarsenic acid		—
arsenic, acid, meta	$HAsO_3$	123,93	alb	—	desc.	—	crist.	formează ortoarsenic acid		—
arsenoacetic, acid	$(AsCH_2COOH)_2$	267,93	gb.	—	>260 desc. 205	—	ace înguste	ins.	—	ins. al., et., clf.; sol. py., baze, carbonați alcalini
arsenobenzen	$C_6H_5As{=}AsC_6H_5$	304,06	alb	—	212	—	ace	ins.	—	ins. et.; g. sol. al.; sol. bz., clf., CS_2
arsină (hidrogen arseniat)	AsH_3	77,95	inc.	3,484 g/l	−113,5	−55; desc. 230	gaz	20 cm^3	g. sol.	g. sol. al., baze
tribromură	$AsBr_3$	314,65	inc. gb.	$3,54^{25}$	32,8	221	pr. higr.	desc.	desc.	sol. CS_2, HBr, HCl

triclorură	$AsCl_3$	181,28	—	liq. 2,163	—18	130,2 (122)	liq. uleios sau ace n_F^{14} 1,621	desc.	desc.	sol. al., et. PCl_3, HBr, HCl
pentaclorură	$AsCl_5$	252,19	inc.	—	aprox. —40	—	liq.	hidr.	—	—
trietilarsină (trietilarsen)	$As(C_2H_5)_3$	162,11	inc.	1,152	—	140/736	liq.	ins.	—	—
tetraetildiarsină (etilcacodil)	$[(C_2H_5)_2As]_2$	266,09	—	—	—	185...90	ulei	ins.	—	sol. al., et.
tetraetildiarsil	$[As(C_2H_5)_2]_2$	266,09	—	—	—	186	liq.	ins.	—	sol. al., et.
trifenilarsină (trifenilarsen)	$As(C_6H_5)_3$	306,24	alb	$1,2225^{48}$	60...60,5 (57)	> 360 (în CO_2)	ace sau pl. romb. n^{48} 1,6139	ins.	—	g. sol. alr.; sol. et., bz.
fenilarsonic acid (acid benzen arsonic)	$C_6H_5AsO_3H_2$	202,04	inc.	1,760	158...62 desc.	—	pr.	3,36/28	31,6/84	18,4/26 al. 95%
trifluorură	AsF_3	131,92	—	liq. 2,666	—8,5	63/752	liq. uleios	desc.	desc.	sol. al., et., bz., NH_4OH
pentafluorură	AsF_5	169,91	inc.	7,71 g/l	—80	—53	gaz	sol.	—	sol. al., et., bz., baze
fosfură (mono)	AsP	105,90	br. rş.	—	subl. desc.	—	pulb.	desc.	desc.	ins. al., et., clf.; g. sol. CS_2; sol. H_2SO_4, HCl

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hidrură	As_2H_2 (sau AsH)	151,86	br.	—	desc. 200	—	pulb.	ins.	ins.	ins. al., et., CS_2; sol. KOH
diiodură	AsI_2	328,73	rş.	—	desc. 136	—	pr.	desc.	—	sol. al., et., clf., CS_2
triiodură	AsI_3	455,63	rş.	$4{,}39^{13}$	146	403	hex.	g. sol.	30 desc.	—
pentaiodură	AsI_5	709,44	—	3,93	76	—	—	—	—	sol. al., et., clf., bz., CS_2
metilarsină	CH_3AsH_2	91,97	inc.	—	—	2	liq.	0,00085	—	sol. al., et.
dimetilarsină	$(CH_3)_2AsH$	106,00	—	$1{,}213^{29}$	—	35,6/747	liq. se aprinde în aer	—	—	sol. al., et., clf., bz., CS_2
dimetilarsentioeter (sulfură de cacodil)	$[(CH_3)_2As]_2S$	242,05	—	—	—	211	ulei	g. sol.	—	sol. al., et.
dimetilarsenoxid (oxid de cacodil, dicacodiloxid)	$[(CH_3)_2As]_2O$	225,98	inc.	$1{,}486^{15}$	−25	149...51	liq.	g. sol.	—	sol. al., et.
trimetil-arsină (trimetil-arsen)	$As(CH_3)_3$	120,03	inc.	1,124	—	70	liq.	g. sol.	—	sol. et.
tetrametil-diarsil	$[As(CH_3)_2]_2$	209,98	inc. gb.	1,15	−6	170	liq. uleios f. toxic	g. sol.	—	sol. al., et.

dimetilarsinic acid (acid cacodilic)	$As(CH_3)_2O \cdot OH$	138,00	inc.	—	200	—	pr. fără miros	82,9/22	sol.	ins. et., sol. al.
dimetilbromarsină (bromură de cacodil)	$(CH_3)_2 AsBr$	184,90	gb.	—	—	130	ulei	—	—	—
dimetilclorarsină (clorură de cacodil)	$(CH_3)_2AsCl$	140,44	inc.	> 1	< -45	106,5... 107 (109)	liq. inflam.	ins.	—	ins. et.; sol. al.
oxiclorură (III)	$AsOCl$	126,37	br.	—	—	desc.	—	desc.	desc.	—
trioxid (arsenolit)	As_2O_3 (sau As_4O_6)	197,84	inc.	$3{,}865^{25}$	subl. 193	—	cub. sau fibros *n* 1,755	1,2/2	11,46/100 2,04/25	sol. al., HCl, baze
trioxid (claudetit)	As_2O_3 (sau As_4O_6)	197,84	inc.	4,15	315 subl. 193	—	mcl. *n* 1,871; 1,92;2,01	1,2/2 2,04/25	11,46/100	sol. al.; HCl, baze
trioxid (am. sau vitros)	As_2O_3	197,84	—	3,738	—	—	am. sau vitros	3,7/20	10,14/100	sol. HCl, baze, carbonați alcalini
pentoxid	As_2O_5 (sau As_4O_{10})	229,84	alb	4,086	desc. 315	—	am.	150/16	sol.	sol. al., ac.; baze.
seleniură (III)	As_2Se_3	386,75	br.	4,75	360	—	crist.	ins.	desc.	sol. baze
sulfură (realgar)	As_2S_2 (sau AsS)	213,97	rș. br.	α $3{,}506^{19}$ β $3{,}254^{19}$	tr. 267 β 307	565	mcl. *n* 2,46; 2,59; 2,61	ins.	ins.	sol. $NaHCO_3$ K_2S

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
trisulfură (auripigment)	As_2S_3	246,04	gb. sau rș.	3,43	300	707	mcl. $n_\beta > 2,72$ (Li)	0,00005/18	g. sol.	sol. al., baze, carbonați alcalini
pentasulfură	As_2S_5	310,16	gb.	—	—	subl.	—	ins.	ins.	sol. baze, HNO_3, sulfuri alcaline.
Aur $Z=79$ valență I, III	Au	196,967	gb.	19,3; liq. $17{,}0^{1063}$	1063	2600	cub. met. ductil, col. albst. v.	ins.	ins.	ins. ac.; sol. aq. reg., KCN, H_2SeO_4c
Combinațiile Au I										
bromură	AuBr	276,88	gb. cșiu.	7,9	desc. 115	—	masă crist. sau pulb.	ins.	ins.	desc. ac.
cianură	AuCN	222,98	gb.	7,12	desc.	—	pulb. crist.	g. sol.	—	ins. al., et.; sol. KCN, NH_4OH
auro-cianură de potasiu	$K[Au(CN)_2]$	288,10	inc.	3,45	—	—	romb.	14,3	200	ins. et.; g. sol. al.
clorură	AuCl	232,42	gb.	7,4	desc. $AuCl_3$, 170	desc. 289,5	crist.	desc. g. sol.	desc.	sol. HCl, HBr.

hidroxid (oxid hidratat)	$Au_2O \cdot xH_2O$ sau AuOH	213,97	v. închis	—	$-H_2O$, 200	—	existență probabilă	sol.	—	sol. desc. baze
iodură	Au I	323,87	cşiu. gb.	8,25	desc. 120	—	pulb.	g. sol.	g. sol. desc.	sol. KI
oxid	Au_2O	409,93	cşiu.v.	3,6	$-0,205$	—	existență probabilă	ins.	ins.	ins. al.; HNO_3 H_2SO_4; g. sol. KOH; sol. HCl
sulfură	Au_2S	426,00	br. închis	—	desc. 420	—	—	ins.	pp. col.	ins. ac; sol. KCN, aq. reg.
Combinațiile Au III										
aurat de potasiu	$KAuO_2 \cdot 3H_2O$ (sau $2H_2O$)	322,11	gb. deschis	—	desc.	—	ace	sol.	desc.	sol. al.
bromură	$AuBr_3$ (sau Au_2Br_6)	436,69	—	—	$-Br_2$ 160	— —	pulb. cşiu. sau crist. br.	g. sol.	—	sol. et.
auri-bromură de potasiu	$K[Au\ Br_4]$	555,71	rş.-br.	—	desc.	—	romb.	g. sol.	—	sol. al.
cianură	$Au(CN)_3 \cdot 3H_2O$ [sau $HAu(CN)_4 \cdot 3H_2O$]	329,07	inc.	—	desc. 50	—	pl. higr.	sol.	desc. sol.	sol. al., et.
auri-cianură de amoniu	$NH_4[Au(CN)_4] \cdot H_2O$	337,09	inc.	—	desc. 200	—	pl.	sol.	—	ins. et.; sol. al.
auri-cianură de potasiu	$K[Au(CN)_4] \cdot 1\ 1/2\ H_2O$	367,16	inc.	—	desc. 200	—	pl.	sol.	sol.	sol. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clorură	$AuCl_3$(sau Au_2Cl_6)	303,33	rş.	3,9	254 desc.	subl. 265	crist. pr.	68	sol.	ins. CS_2 g. sol. NH_3, sol. al., et.
auri-clorură de amoniu	$NH_4[AuCl_4]$	356,82	gb.	—	—	—	romb. sau mcl.	sol.	—	g. sol. al.
auri-clorură de cesiu	$Cs[AuCl_4]$	471,68	gb.	—	—	—	mcl.	0,5/10	27,5/100	sol. al.
auriclorhidric, acid	$HAuCl_4 \cdot 4H_2O$	411,85	gb.	—	desc.	—	ace. delic.	sol.	sol.	sol. al., et.
auri-clorură de potasiu	$K[AuCl_4] \cdot 2H_2O$	414,01	gb.	—	—	—	pl. romb.	sol.	sol.	g. sol. al., et.
auri-cloru- de sodiu	$Na[AuCl_4] \cdot 2H_2O$	397,80	gb.	—	desc.	—	romb.	150/10	990/60	sol. al., et.
fosfură	Au_2P_3	486,86	cşiu.	6,67	desc.	—	—	—	—	ins. HNO_3 dil., HCl
hidroxid (oxid hidratat)	$Au_2O_3 \cdot xH_2O$ [sau $Au(OH)_3$]	247,99	gb.br.	—	—11/2 H_2O, 250	—	pulb.	$5{,}7\cdot10^{-11}/25$	—	sol. HCl, NaCN, HNO_3
iodură	AuI_3	577,68	vd. închis	—	—	—	—	ins.	desc.	sol. ioduri.
nitrat acid (hidrogen nitrat)	$AuH(NO_3)_4 \cdot 3H_2O$ (sau $H[Au(NO_3)_4] \cdot 3H_2O$)	500,04	gb.	2,84	72 desc.	—	oct. tricl.	sol. desc.	—	sol. HNO_3

oxid	Au_2O_3	441,93	br.n.	—	−0,160	−30,250	pulb.	ins.	ins.	sol. HCl
seleniură	Au_2Se_3	630,81	—	$4,65^{25}$	—	—	—	—	—	—
sulfat	$Au_2O_3 \cdot 2SO_3 \cdot H_2O$	620,07	gb.	—	—	—	deliq.	sol.	desc.	sol. HCl, H_2SO_4
sulfură	Au_2S_3	490,13	br. n.	8,754	desc. 197	—	pulb.	ins.	—	ins. ac., et; sol. Na_2S
telurură	Au_2Te	521,53	—	9,04	—	—	tricl. existență probabilă	—	—	—
ditelurură	$AuTe_2$	452,17	—	8,2...9,3	472 desc.	—	1) romb 2) mcl. 3) tricl. gb.	ins.	ins.	—
Combinații coordinative										
bromură de aur-amino-piridină (2)	$H_2NC_5H_4NAuBr_3$	530,81	n.	—	160 desc.	—	pr.	sol.	—	sol. clf.
bromură de aur-dibutil dietilendiamină	$(CH_2NH_2)_2Au(C_4H_9)_2Br$	451,21	inc.	—	desc. 190	—	ace	sol.	—	sol. al.
bromură de aur-dipropil-dietilendiamină	$(CH_2NH_2)_2Au(C_3H_7)_2Br$	423,15	inc.	—	volat. 130	desc. 190	crist.	—	—	—
tribromură de aur-piridină	$C_5H_5NAuBr_3$	515,80	rș.	—	desc. 150	—	ace	sol.	—	sol. al., act.
tribromură de aur-chinolină	$C_9H_7N \cdot AuBr_3$	565,86	rș.	—	desc. >200	—	pr. lucioase	—	—	sol. clf.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Azot (Nitrogen) $Z = 7$ *valență* I, II III	N_2	28,0134	inc.	1,2506/0 g/1; liq. $0{,}808^{-195,8}$ $1{,}026^{-252,5}$	—209,86	—195,8	gaz, liq. sau cub. la temp. joase	2,33 cm³/0	1,42 cm³/40 1,32cm³/60	g. sol. al.
azothidric, acid	HN_3	43,03	inc.	—	—80	36	liq. toxic, exploziv	sol.	—	sol. bz.
azotic, acid (nitric)	HNO_3	63,01	inc.	1,502	—42	86	liq. toxic, corosiv	∞	∞	desc. al; sol. et.
azotos, acid (nitros)	HNO_2	47,01	albstr. deschis	—	—	—	există numai în soluții	—	—	—
hipoazotos, acid	$H_2N_2O_2$	62,03	alb	—	expl.	—	solid, f. exploziv	sol.	—	—
amoniac (pentru sărurile de amoniu v. Amoniu)	NH_3	17,03	inc.	0,7710⁰ g/l liq. $0{,}817^{-79}$	—77,7	—33,35	gaz $n^{16,5}$ 1,325 (liq.)	89,9/0 52	7,4/100	13,2/20 al.; sol et., solv. org.
amoniac-D_3 (amoniac deuterat)	ND_3	20,05	—	—	—74	—30,9	—	—	—	—
bromazidă	BrN_3	121,93	rș.	—	45	expl.	liq.	—	—	g. sol. bz., lig; sol. et., KI.
bromură de nitrozil (oxibromură)	NOBr	109,92	br.	> 1,0	—55,5	—2	gaz sau liq.	ins. desc.	desc.	sol. baze

tribromură (amoniacat)	$NBr_3 \cdot 6NH_3$	355,92	—	—	stabilă −95	expl. −70	—	—	—	—
clorazidă	ClN_3	77,47	—	—	—	—	gaz explosiv	sol.	—	desc. baze
clorură de azotil (nitroil, nitril)	NO_2Cl	81,46	gb. deschis br.	2,57 g/l liq. $1,32^{14}$	<−31	5	gaz	desc.	—	—
clorură de, nitrozil (oxiclorură)	NOCl	65,46	—	2,99 g/l; liq. $1,417^{-12}$	−64,5	−5,5	gaz gb. sau liq. rş. gb. sau crist.	desc.	desc.	sol. H_2SO_4 fumans
triclorură	NCl_3	120,37	gb.	1,653	<−40	<71; expl. 95	ulei sau crist romb.	ins.	desc.	sol. bz, clf., CCl_4, CS_2, PCl_3
fluorură de azotil (nitroil, nitril)	NO_2F	65,00	inc.	2,90 g/l	−139	−63,5	gaz şi solid.	desc.	—	desc. al, et, clf.
fluorură de nitrozil (oxifluorură)	NOF	49,00	inc.	2,176 g/l	−134	−56	gaz	sol.	desc. în HNO_2+HF.	—
trifluorură	NF_3	71,00	inc.	liq. $1,537^{-129}$	−216,6	−120	gaz	g. sol.	—	—
iodazidă	IN_3	168,92	gb.	—	—	—	explosiv	sol desc.	—	sol. $Na_2S_2O_3$
triiodură	NI_3	394,72	n.	—	expl.	subl. vid	—	ins.	desc.	sol. $Na_2S_2O_3$, KCNS
triodură cu $1NH_3$	NI_3NH_3	411,75	rş. închis	3,5	desc. >20	expl.	romb.	ins.	desc.	ins. al. abs.; sol. HCl, KCN, $Na_2S_2O_3$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
nitrozil-sulfuric, acid	$NOHSO_4$	127,08	inc.	—	73	—	romb.	desc.	—	sol. H_2SO_4
anhidridă nitrozil-sulfurică	$(NOSO_3)_2O$	236,14	—	—	217	360	tetr.	desc.	—	sol. H_2SO_4
protoxid (dinitrogenoxid)	N_2O	44,01	inc.	1,977g/l; $1,226^{-89}$	−102,4	−88,49	gaz sau liq. sau cub n^{16} 1,193	130 cm³/0 87,4cm³/10	56,7cm³/25	sol. al., et., H_2SO_4
oxid	NO	30,01	—	1,3402g/l liq. $1,269^{-150,2}$	−163,6	−151,8	gaz. inc., liq. albst. și solid, liq. n^{-90} 1,330	7,34cm³/0	2,37cm³/60	3,5 cm³ H_2SO_4, 26,6 cm³ al.; sol. $FeSO_4$, CS_2
dioxid (hipoazotită, tetroxid)	NO_2(sau N_2O_4)	46,01	—	$1,491^{0}$	−11,2	21,15	gaz rș. br., liq. gb. solid inc. (N_2O_4)	sol. desc.	—	sol. clf., CS_2, baze
trioxid (dinitrogen trioxid)	N_2O_3	76,01	—	$1,447^{2}$	−102	3,5 desc.	gaz. rș. br. solid sau liq. albst.	sol.	desc.	sol. et., ac., baze
pentoxid (dinitrogen pentoxid)	N_2O_5	108,01	alb	$1,642^{18}$	30	47 desc.	hex. (romb.)	sol.	desc. la HNO_3	sol. clf.
trioxid	NO_3	62,00	albst.	—	desc. la temp. ordinară	—	gaz	—	—	sol. et.

Bariu $Z = 56$ valența II	Ba	137,34	gb. argintiu	$3{,}5^{20}$	725	1140	met. cub centrat intern	desc.	desc.	ins. bz; g. sol. ac.; sol. al.
acetat	$Ba(C_2H_3O_2)_2$	255,43	inc.	2,468	—	—		58,8/0	75,0/100	—
acetat cu 1 H_2O	$Ba(C_2H_3O_2)_2 \cdot H_2O$	273,45	inc.	2,19	$-H_2O$. 150	—	tricl. *n* 1,500; 1,517; 1,525	76,4/26	74/70	g. sol. al.
amidă	$Ba(NH_2)_2$	169,39	cșiu, alb	—	280	—	—	desc.	desc.	—
ortoarseniat	$Ba_3(AsO_4)_2$	689,86	n.	—	—	—	—	0,055	—	sol. ac., NH_4Cl.
ortoarseniat (monoacid, hidrogen)	$BaHAsO_4 \cdot H_2O$	295,28	inc.	$3{,}93^{15}$	$-H_2O$, 150	—	romb. sau mcl.	g. sol.	desc.	—
arseniură	Ba_3As_2	561,86	br.	$4{,}1^{15}$	—	—	—	—	—	desc. Cl_2F_2 sau Br_2
azidă	$Ba(N_3)_2$	221,38	—	2,936	$-N_2$, aprox. 120	expl.	mcl. pr.	—	—	—
azidă cu $1H_2O$	$Ba(N_3)_2 \cdot H_2O$	239,40	—	—	expl.	—	tricl.	sol.	sol.	ins. et; g. sol. al.
benzoat	$Ba(C_7H_5O_2)_2 \cdot 2H_2O$	415,60	inc. sidefiu	—	$-2H_2O$, 100	—	foițe	sol.	—	g. sol. al.
borură (hexa)	BaB_6	202,21	n.	$4{,}36^{15}$	2270	—	cub., met.	ins.	ins.	ins. HCl; sol. HNO_3
bromat	$Ba(BrO_3)_2 \cdot H_2O$	411,17	inc.	$3{,}99^{18}$	desc. 260	—	mcl.	0,8	5,67/100	ins. al., act.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bromură	$BaBr_2$	297,16	inc.	$4,781^{24}$	847	—	crist.	98/0	149/100	sol. CH_3OH
bromură	$BaBr_2 \cdot 2H_2O$	333,19	inc.	$3,58^{24}$	$-H_2O$, 75	$-2H_2O$, 120	mcl. *n* 1,713; 1,727; 1,744	151/20	204/100	sol. al., CH_3OH
bromură-fluorură (sare dublă)	$BaBr_2 \cdot BaF_2$	472,49	—	$4,96^{18}$	—	—	pl.	desc.	desc.	ins. al; sol. HCl conc.; HNO_3 conc.
bromoplatinat	$BaPtBr_6 \cdot 10H_2O$	992,04	—	3,71	—	—	mcl.	—	—	—
butirat	$Ba(C_4H_7O_2)_2 \cdot 2H_2O$	347,57	—	—	—	—	—	37,42/0	42,12/80	—
carbonat(α)	$BaCO_3$	197,35	alb	4,43	1740/90 atm	desc.	hex.	0,002/20	0,006/100	ins. al; sol. ac., NH_4Cl
carbonat(β)	$BaCO_3$	197,35	alb	—	tr. 982 în α	desc.	—	0,0022/18	0,0065/100	ins. al; sol. ac., NH_4Cl
carbonat(γ) (witerită)	$BaCO_3$	197,35	alb	4,43	tr. 811 în β	desc. 1450	romb *n* 1,529; 1,676; 1,677	0,0022/18	0,0065/100	ins. al.; sol. ac., NH_4Cl
carbură	BaC_2	161,36	cșiu.	3,75	—	—	tetr.	desc. la C_2H_2	—	desc. ac.
cianură	$Ba(CN)_2$	189,38	alb	—	—	—	pulb. crist.	80/14	—	18/14 al. 70%

cianoplatinit (tetracianoplatinit)	$BaPt(CN)_4 \cdot 4H_2O$	508,56	a) gb. b) vd.	a) 2,076 b) 2,085	$-2H_2O$, 100	—	a) mcl. $n_\alpha = 1{,}6704$ b) romb.	g. sol.	sol.	g. sol. al.
clorat	$Ba(ClO_3)_2 \cdot H_2O$	322,26	inc.	3,18	anh. 414	$-H_2O$, 120	mcl. n 1,562; 1,577; 1,635	27,4/25	111,2/100	g. sol. al., act., HCl
perclorat	$Ba(ClO_4)_2$	336,24	inc.	$(3H_2O)$ 2,74	505	—	hex.	198,5/25	sol.	sol. al.
perclorat	$Ba(ClO_4)_2 \cdot 3H_2O$	390,29	—	2,74	desc. 400	—	hex. n 1,533	sol.	sol.	sol. al.
hipoclorit	$Ba(ClO)_2 \cdot 2H_2O$	276,28	inc.	—	desc.	—	crist.	—	—	—
clorură	$BaCl_2$	208,25	inc.	$3{,}856^{24}$	tr. 925 în tub	1560	mcl.	31/0	59/100	ins. al.; g. sol. HCl, HNO_3
clorură	$BaCl_2$	208,25	inc.	—	962	1560	cub.	—	—	—
clorură	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	244,28	inc.	$3{,}097^{24}$	$-2H_2O$, 113	—	romb. n 1,635; 1,646; 1,660	35,7/20	58,7/100	ins. al.; g. sol. HNO_3, HCl
clorură-fluorură (sare dublă)	$BaCl_2 \cdot BaF_2$	383,58	—	$4{,}51^{18}$	—	—	tetr.	desc.	desc.	ins. al; sol. HCl conc., HNO_3
cloroplatinat	$BaPtCl_6 \cdot 6H_2O$	653,24	port.gb.	2,868	$-5H_2O$, 70	—	romb.	sol.	—	ins. et., CH_3OH; desc. al.
cloroplatinit	$BaPtCl_4 \cdot 3H_2O$	528,29	—	2,868	—	—	—	sol.	—	sol. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
citrat	$Ba_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 7H_2O$	916,33	alb	—	—	—	pulb.	0,0406/18	—	g.sol. al.
cromat	$BaCrO_4$	253,33	gb.	$4{,}498^{15}$	—	—	romb.	0,00034/16	0,00044/25	sol. ac. min.
bicromat	$BaCr_2O_7$	353,33	rş.	—	—	—	mcl.	g. sol.	—	sol. H_2SO_4 conc. c.
bicromat	$BaCr_2O_7 \cdot 2H_2O$	389,36	br.rş.-gb.	—	—	—	ace	desc.	—	sol. sltic. conc. CrO_3
etilsulfat	$Ba(C_2H_5SO_4)_2 \cdot 2H_2O$	423,52	alb	—	—	—	foiţe	sol.	—	g. sol.al.
ferocianură	$Ba_2Fe(CN)_6 \cdot 6H_2O$	594,73	gb.	—	—	—	mcl.	0,17/15	0,9/100	—
fluorură	BaF_2	175,34	inc.	4,83	1280	2137	cub.	0,17/10	g. sol.	sol. ac., NH_4Cl
fluorogalat	$Ba_3(GaF_6)_2 \cdot H_2O$	797,46	alb	4,06	$-1/2H_2O$, 110 $-1/2H_2O$, 230	—	crist.	ins.	—	sol. HF
fluorură-iodură (sare dublă)	BaF_2BaI_2	566,49	—	$5{,}21^{18}$	—	—	pl.	desc.	desc.	ins. al.; sol.HCl conc, HNO_3
fluorosilicat	$BaSiF_6$	279,42	—	$4{,}29^{21}$	—	—	romb, ace	0,026/17	0,09/100	ins. al; g. sol.ac. NH_4Cl

hipofosfat	$BaPO_3$ [sau $(BaPO_3)_2$]	216,31	—	—	—	—	ace	g. sol.	—	g. sol. acet.; sol. al.
ortofosfat (tri-)	$Ba_3(PO_4)_2$	601,96	alb	$4,1^{16}$	—	—	cub.	ins.	ins.	sol. al.
ortofosfat (monoacid hidrogen)	$BaHPO_4$	233,32	alb	$4,165^{15}$	—	—	romb.	0,01... ...0,02	—	sol.ac.; NH_4Cl
ortofosfat (tetrahidrogen)	$BaH_4(PO_4)_2$	331,31	inc.	$2,9^4$	—	—	tricl.	desc.	desc.	sol. ac.
pirofosfat	$Ba_2P_2O_7$	448,62	alb	$3,9^{20}$	—	—	romb.	0,01	g. sol.	sol. ac., săruri NH_4
hipofosfit	$Ba(H_2PO_2)_2 \cdot H_2O$	285,33	alb.	$2,90^{17}$	desc.	—	mcl.	30/15	33/100	ins. al.
D-gluconat	$Ba(C_6H_{11}O_7)_2 \cdot 3H_2O$	581,69	—	—	$-3H_2O$ 100; 120 desc.	—	pr. sau foițe romb.	3,3/15,5	—	ins. al.
hidroxid	$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$	315,48	inc.	$2,18^{16}$; anh. 4,50	78	$-8H_2O$, 780	mcl., n 1,471; 1,502; 1,50	5,6/15	94,7/78	g. sol. al.
hidrură	BaH_2	139,36	cșiu.-alb.	$4,21^0$	desc. 675	1400	crist. or.	desc. → $Ba(OH)_2 + H_2$		desc. ac.
iodat	$Ba(IO_3)_2$	487,15	—	4,998	desc.	—	mcl.	0,022	0,197	sol. HCl, HNO_3
iodat	$Ba(IO_3)_2 \cdot H_2O$	505,16	inc.	5,23	$-H_2O$, 130	—	mcl	g. sol.	g. sol.	ins. al., act, H_2SO_4; sol. HCl HNO_3,

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
iodură	BaI_2	391,15	inc.	4,917	740	—	crist.	170/0; 205,3/30	—	70/20 al
iodură	$BaI_2 \cdot 2H_2O$	427,18	inc.	5,15	$-H_2O$, 98,9	$-2H_2O$, 539	romb. deliq.	200/15	269/100	1,07/15 al; sol. act.
iodură	$BaI_2 \cdot 6H_2O$	499,24	—	—	25,7	—	hex.	410/0	sol.	sol. al.
laurat	$Ba(C_{12}H_{23}O)_2$	535,97	alb	—	260	—	foițe crist.	0,008/15,3	0,011/50	0,008/25 al., 0,006/25 et.
L-malat	$BaC_4H_4O_5$	269,41	—	—	—	—	—	0,883/20	1,044/80	—
malonat	$BaC_3H_2O_4 \cdot H_2O$	257,40	—	—	—	—	—	0,143/0	0,326/80	—
manganat	$BaMnO_4$	256,28	cşiu.vd.	4,85	—	—	hex.	g. sol.	—	sol. ac.
permanganat	$Ba(MnO_4)_2$	375,21	br.v.	—	—	—	crist.	62,5/11	75,4/25	—
metilsulfat	$Ba(CH_3SO_4)_2{\cdot}2H_2O$	395,56	inc.	—	—	—	crist. efl.	sol.	—	sol. al.
miristat	$Ba(C_{14}H_{27}O_2)_2$	592,08	alb	—	—	—	publ. crist.	0,007/25	0,010/50	0,009/25 al., 0,003/25 et., 0,046/15 CH_3OH
molibdat	$BaMoO_4$	297,28	alb	4,65...4,97	—	—	publ., tetr. crist.	0,0058/23	—	g. sol. ac.
nitrat (nitrobarit)	$Ba(NO_3)_2$	261,35	inc.	$3{,}24^{23}$	592	desc.	cub.; *n* 1,572	8,7/20	34,2/100	ins. al; g. sol. ac

nitrit	$Ba(NO_2)_2$	229,35	inc.	$3,23^{23}$	desc. 217	—	—	67,5/20	300/100	g. sol. al.
nitrit	$Ba(NO_2)_2 \cdot H_2O$	247,37	inc.gb.	$3,173^{29}$	desc. 115	—	hex.	63/20	109,6/80	ins. act.; 1,6 al.; sol. HCl.
nitrură	Ba_3N_2	440,03	inc.	—	1000	—	—	—	—	—
oxalat	BaC_2O_4	225,35	—	2,658	—	—	crist.	0,0093/18	0,0228/100	ins. al.; sol. ac. NH_4Cl,
oxid	BaO	153,34	—	5,72 hex. 5,32	1923	aprox. 2000	cub. sau hex. inc.; pulb. alb.gb.	1,5/0 desc.	90,8/80	ins. act., NH_3; sol. al.; ac. dil.
peroxid	BaO_2	169,34	alb cșiu.	4,96	450	−O,800	pulb.	g. sol.	desc.	ins. act.; sol. ac. dil.
peroxid	$BaO_2 \cdot 8H_2O$	313,46	inc.	—	$-8H_2O$, 100	—	hex.	0,168	desc.	ins. al., act., et.; sol. ac. dil.
palmitat	$Ba(C_{16}H_{31}O_2)_2$	648,19	alb	—	desc.	—	pulb. crist.	0,004/15	0,007/50	0,008/16,5 al., 0,001/25 et.
propionat	$Ba(C_3H_5O_2)_2 \cdot H_2O$	301,50	—	—	300 desc.	—	romb. n_β 1,518	48/0	67,9/80	0,08 al.
salicilat	$Ba(C_7H_9O_3)_2 \cdot H_2O$	429,59	alb	—	—	—	ace	sol.	—	—
seleniat	$BaSeO_4$	280,30	—	4,75	desc.	—	romb.	0,0118	0,0138/100	ins. HNO_3; sol. HCl

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
metasilicat	$BaSiO_3$	213,42	inc.	4,399	1604	—	romb. *n* 1,673; 1,674; 1,678	ins.	desc.	sol. HCl
metasilicat	$BaSiO_3 \cdot 6H_2O$	321,52	—	2,59	—	—	romb. *n* 1,542; 1,548; 1,548	—	—	—
stearat	$Ba(C_{18}H_3\,O_2)_2$	704,30	alb	—	—	—	pulb.	0,004/15	0,006/50	0,005/16,5 0,008/25 al., 0,001/25 et.
succinat	$BaC_4H_4O_4$	253,41	—	—	—	—	—	0,421/0	0,237/80	g. sol. al.
sulfat (barită)	$BaSO_4$	233,40	alb	$4,50^{15}$	1580	tr. 1149 în mcl.	romb. sau mcl. *n* 1,637; 1,638; 1,649	0,000222/18 0,000246/25	0,000336/50 0,000413/100	g. sol. H_2SO_4; 0,006 HCl 3%
persulfat	$BaS_2O_8 \cdot 4H_2O$	401,52	alb	—	desc.	—	mcl.	52,2/0	desc.	ins. al.
sulfit	$BaSO_3$	217,40	inc.	—	—	desc.	cub.	0,02/20	0,002/80	sol. HCl
sulfură	BaS	169,40	inc.	$4,25^{15}$	—	—	cub.	desc.	desc.	ins. al.
sulfură (hidrogen)	$Ba(HS)_2 \cdot 4H_2O$	275,55	gb.	—	desc. 50	—	romb.	sol.	—	ins. al.
trisulfură	BaS_3	233,53	gb. vd.	—	—	—	—	sol.	sol.	—
tetrasulfură	BaS_4	265,60	—	2,988	desc. 300	—	romb. rș. sau pulb.gb.	41/15	sol.	ins. al., CS_2

tartrat	$BaC_4H_4O_6 \cdot H_2O$	303,43	—	$2,980^{20,8}$	—	—	—	0,026/18	0,058/80	0,032/18 al.
telurat	$BaTeO_4 \cdot 3H_2O$	382,98	alb	4,2, uscat la 200°	desc> 200	—	voluminos	g. sol.	g. sol.	sol. HNO_3, HCl
pirotelurat (acid hidrogen)	$Ba(HTe_2O_7)_2 \cdot H_2O$	891,76	—	—	—	—	pp. voluminos gb.-cald; alb-rece	sol.	sol.	—
tiocianat (rodanură)	$Ba(SCN)_2 \cdot 2H_2O$	289,53	—	—	—	—	ace	43/20	sol.	35/20 al.
ditionat	$BaS_2O_6 \cdot 2H_2O$	333,50	inc.	$4,536^{13,5}$	desc.	—	romb. sau mcl. n 1,568; 1,595; 1,607	24,75/18	90,9/100	g. sol.al.
tiosulfat	BaS_2O_3	249,47	alb.	—	desc.	—	romb.	0,2	—	—
tiosulfat	$BaS_2O_3 \cdot H_2O$	267,48	alb	3,5	—	—	crist, sau pulb.	g. sol.	—	—
pirovanadat	$Ba_2V_2O_7$	488,56	alb	—	863	—	—	—	—	—
wolframat	$BaWO_4$	385,19	inc.	5,04	—	—	tetr.	g. sol.	g. sol.	desc. ac.
metawolframat	$Ba_3[H_2W_{12}O_{40}] \cdot 27H_2O$	3446,63	—	4,30	—	—	romb.	desc.	sol.	—
Beriliu (Gluciniu) *Z* =4 valență II	Be(Gl)	9,0122	cșiu.	1,85	1278±2	2970/760	hex. met.	ins.	g. sol. desc.	ins. Hg; sol. ac. dil., baze
acetat	$Be(C_2H_3O_2)_2$	127,10	—	—	desc. 300	—	pl.	ins.	—	ins. al.; et., CCl_4
acetat bazic (oxiacetat)	$Be_4O(C_2H_3O_2)_6$	406,32	—	$1,36^4$	284	331	oct.	ușor desc.	desc.	g. sol. al. et.; sol., acet., clf.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
acetat propionat bazic	$Be_4O(C_2H_3O_2)_3 \cdot (C_3H_5O_2)_3$	448,40	—	—	127	330	—	—	—	—
aluminat (crisoberil)	$BeAl_2O_4$	126,97	—	3,76	—	—	romb. *n* 1,747; 1,748; 1,757	—	—	ins. ac.
aluminosilicat (euclaz)	$Be_2Al_2(SiO_4)_2(OH)_2$	290,17	—	3,1	—	—	mcl. *n* 1,652; 1,655; 1,671	—	—	—
aluminosilicat (beril)	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$	537,50	inc.	2,66	1410 ± 100	—	hex. transparent: *n* 1,580; 1,574	—	—	ins. ac.
benzensulfonat	$Be(C_6H_5O_3S)_2$	323,35	—	—	—	—	mcl.	sol.	sol.	ins. et., bz. CS_2 CCl_4; sol. al., act. acet.
ortoborat bazic (hambergit)	$Be_2(OH)BO_3$	93,84	—	2,35	—	—	romb. *n* 1,560 1,591; 1,631	—	—	—
bromură	$BeBr_2$	168,83	alb	$3,465^{25}$	4,90 ± 10 subl.	520	ace delic.	sol.	sol.	ins. bz.; sol. al.,et
di-*n*-butil	$Be(C_4H_9)_2$	123,24	inc.	—	—	170/25	liq.	desc.	desc.	—
butirat-bazic (oxibutirat)	$Be_4O\ (C_4H_7O_2)_6$	574,64	—	—	—	239/19	—	—	—	—
carbonat	$BeCO_3 \cdot 4H_2O$	141,08	inc.	—	$-4H_2O$, 100	—	—	0,36/0	—	ins. NH_3

carbonat bazic	$BeCO_3+Be(OH)_2$	112,05	alb	—	—		pulb.	ins.	desc.	sol. ac., baze
carbură	Be_2C	30,04	gb	$1,90^{15}$	> 2100 desc.	—	hex.	desc.	desc.	sol. ac.
clorură	$BeCl_2$	79,92	inc.	$1,899^{25}$	440±10	520	ace, delic.	sol.	sol. desc.	ins. act., NH_3; g. sol. clf., CS_2; sol. al., bz., et., py.
clorură	$BeCl_2 \cdot 4H_2O$	151,98	alb.	—	—	—	mcl. deliq.	sol.	sol.	sol. al.
dietil	$Be(C_2H_5)_2$	67,14	inc.	—	12	110/15	liq.	desc. la C_2H_6	—	—
fluorură	BeF_2	47,01	inc.	$1,986^{25}$	800	—	am.	∞	∞	sol. al., H_2SO_4
fluorură de sodiu şi-	$BeNa_2F_4$	130,99	alb	—	desc.	—	romb. sau mcl.	1,47/18	2,94/100	—
fluorură de potasiu şi-	BeK_2F_4	163,21	inc.	—	—	—	mcl.	2,0/20	5,26/100	—
ortofosfat	$Be_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$	271,03	—	—	$-H_2O$, 100	—	—	sol.	sol.	sol. acet.
hidroxid (oxid hidratat)	$BeO \cdot xH_2O$	—	alb.	—	desc.	—	pulb. am. sau gel	ins.	ins.	sol. ac., baze, $(NH_4)_2CO_3$
iodură	BeI_2	262,82	inc.	$4,325^{25}$	510±10	590	ace	desc.	desc.	sol. al., et., CS_2
dimetil	$Be(CH_3)_2$	39,08	ace	—	—	subl. 200	ace	desc. la CH_4	—	—
nitrat	$Be(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	187,07	alb gălbui	1,557	60	142	crist. delic.	sol.	sol.	sol. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
nitrură	Be_3N_2	55,05	inc.	—	2200 ± ± 100	desc. 2240	cub.	desc.	desc.	ins. al.; desc. ac., baze conc.
oxalat	$BeC_2O_4 \cdot 3H_2O$	151,07	—	—	$-2H_2O$, 100; $-3H_2O$, 220	desc. 350	romb. n_β 1,487	38,22/25	—	—
oxid (bromelit)	BeO	25,01	alb	3,01	2530 ± 30	aprox. 3900	hex. n 1,719 1,733	0,00002/30	—	sol. H_2SO_4 conc, KOH topit
2,4-pentandionat (acetilacetonat	$Be(C_5H_7O_2)_2$	207,23	alb	$1{,}168^4$	108	270	mcl.	g. sol.	desc.	sol. al., et, ac.
dipropil	$Be(C_3H_7)_2$	95,19	—	—	< −17	245	liq.	—	—	—
propionat, bazic (oxipropionat)	$Be_4O\ (C_3H_5O_2)_6$	490,48	—	—	120	—	mcl.	—	—	—
seleniat	$Be\ Se\ O_4 \cdot 4H_2O$	224,03	—	2,03	$-2H_2O$, 100; $-4H_2O$, 300	—	romb. n 1,466; 1,501; 1,503	—	—	—
ortosilicat (fenacit)	$Be_2\ Si\ O_4$	110,11	—	3,0	—	—	tricl. n 1,654; 1,670	—	—	—
disilicat (beitrandit)	$Be_4Si_2O_7\ (OH)_2$	238,23	—	2,6	—	—	romb. n 1,591; 1,605; 1,614	—	—	—

stearat	$Be(C_{18}H_{35}O_2)_2$	575,97	alb	—	45	—	ceros	ins.	ins.	ins. al., sol. et., CCl_4
sulfat	$Be\,SO_4$	105,07	—	2,443	desc. 550...600	—	—	ins.	desc. → $BeSO_4 \cdot$ $\cdot\, 4H_2O$	—
sulfat	$Be\,SO_4 \cdot 4H_2O$	177,14	inc.	$1{,}713^{10,5}$	$-2H_2O$ 100	$-4H_2O$ 400	tetr. *n* 1,472 1,440	42,5/25	100/100	g. sol. H_2SO_4, conc, ins. al.
sulfură	BeS	41,08	—	2,36	—	—	—	desc.	desc.	—
Bismut $Z = 83$ **valență III, V**	Bi	208,98	cşiu alb. sau rş.	9,80	271,3	1560 ± 5/760 1420... 1560	hex. met.	ins.	ins.	g. sol. HCl, c. sol. H_2SO_4 c HNO_3, aq. reg.
acetat	$Bi\,(C_2H_3O_2)_3$	386,12	alb	—	desc.	—	crist.	ins.	ins.	sol. acet.
ortoarseniat	$BiAsO_4$	347,90	—	7,14	—	—	mcl. *n* 2,14; 2,15; 2,18	—	—	—
benzoat	$Bi\,(C_7H_5O_2)_3$	572,33	alb	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. et., sol. ac.
tribromură	$BiBr_3$	448,71	gb.	5,7	218	453	pulb. crist. delic.	desc. → BiOBr	desc.	ins. al; sol et., HCl, HBr
carbonat bazic oxicarbonat, (bismutosferulit)	$Bi_2O_2CO_3$	509,97	alb	6,86	desc.	—	pulb.	ins.	ins.	sol. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
subcarbonat	$Bi_2O_3CO_2 \cdot H_2O$	527,98	alb	6,86	desc.	—	pulb.	ins.	ins.	sol. ac.
citrat	$BiC_6H_5O_7$	398,08	alb	3,458	desc.	—	crist.	g. sol.	g. sol.	g. sol. al; sol. NH_4OH
biclorură	$BiCl_2$	279,89	n.	4,86	163	desc. 300	ace	desc.	—	—
triclorură	$BiCl_3$	315,34	alb	4,75	230...2	447	crist. delic.	desc. → BiOCl	desc.	sol. al., et., act., ac.
tetraclorură	$BiCl_4$	350,79	inc.	—	225	—	crist.	desc.	—	—
bicromat bazic	$(BiO)_2Cr_2O_7$	665,95	gb. sau rş.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. baze sol, ac.
trietil-bismutină (trietil bismut)	$Bi(C_2H_5)_3$	296,17	—	1,82	—	107/79	liq.	ins.	—	sol. al., et.
trifenil-bismut	$Bi(C_6H_5)_3$	440,30	—	1,585	78	—	mcl.	—	—	g. sol. al.; sol. clf., et., act.
trifluorură	BiF_3	265,98	cşiu.	8,75	—	—	crist. cub.	ins.	—	ins.al.;sol. act., ac.
ortofosfat	$BiPO_4$	303,95	alb	$6,323^{15}$	desc.	—	mcl.	ins.	ins.	ins. al., HNO_3 dil; sol. HCl
galat, bazic (subgalat, dermatol)	$Bi(OH)_2C_7H_5O_5$ (aprox.)	412,11	gb.	—	desc.	—	am.	ins.	—	ins. al, et.:

hidroxid	$Bi(OH)_3$ (aprox.)	260,00	alb	4,36	$-H_2O$, 100, desc. 415	$-1\frac{1}{2}H_2O$, 400	pulb. am.	0,00014	desc.	ins. sau g. sol. baze conc; sol ac.
hidrură (bismutină)	BiH_3	212,00	—	—	—	22	liq.	—	—	—
iodat	$Bi(IO_3)_3$	733,69	alb	—	—	—	—	ins.	desc.	g. sol. HNO_3; sol. 3,5 al. abs,. HI, KI
triiodură	BiI_3	589,69	rș. br. cșiu albst.	5,7	439 (408)	desc. 500	hex.	ins.	desc.	sol. 3,5 al. abs., HCl, HI, KI
D, L-lactat	$Bi(C_6H_9O_6)\cdot 7H_2O$	512,22	—	—	—	—	pr. ace	14,4/25	—	—
metil-bismutină	$CH_3 \cdot BiH_2$	226,03	—	$2,30^{18}$	—	110	liq. (existență problematică)	ins.	ins.	sol. al. et.
trimetil-bismut	$Bi(CH_3)_3$	254,09	—	$2,300^{18}$	—	110	liq.	ins.	ins.	sol. al., et.
molibdat	$Bi_2(MoO_4)_3$	897,77	—	6,07	643	—	tetr. ace	—	—	sol. ac.
nitrat	$Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$	485,07	inc.	2,83	desc. 30	$-5H_2O$, 80	tricl., ușor higr.	desc.	desc.	42/19 act., sol. ac., HNO_3
nitrat bazic (subnitrat)	$xBi_2O_3yN_2O_5 \cdot zH_2O$	—	alb	$4,928^{18}$	desc. 260	—	hex. pl. sau pulb. (compoziție variabilă)	ins.	ins.	ins. al; sol. ac.
oxalat	$Bi_2(C_2O_4)_3$	681,99	—	—	—	—	—	ins.	ins.	sol. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tetroxid	$Bi_2O_4 \cdot 2H_2O$ (aprox.)	517,99	br.	5,6	$-H_2O$, 110 -O, 305	$-2H_2O$, 180	pulb.	ins.	—	sol. ac.
trioxid	Bi_2O_3	465,96	gb.	8,9	820	1890(?)	romb.	ins.	ins.	sol. ac.
trioxid	Bi_2O_3	465,96	cșiu. -n.	8,20	tr. 704	—	cub	ins.	ins.	sol. ac.
trioxid	Bi_2O_3	465,96	alb.	8,5	860	—	romb. aprox. *n* 1,91	—	—	g. sol. ac.
pentoxid	Bi_2O_5	497,96	br. sau rș. închis	5,10	—O,150	—2O,357	—	ins.	ins.	sol. ac.; KOH
pentoxid	$Bi_2O_5 \cdot H_2O$ (sau $HBiO_3$)	515,97	rș.	5,75	$-H_2O$, 120	—2O,300 (357)	—	ins.	ins.	sol. ac; KOH
oxibromură	BiOBr	304,89	—	8,08	—	—	crist. inc. sau pulb. alb	ins.	—	ins. al; sol. ac.
oxiclorură	BiOCl	260,43	alb	7,72	rș. încălzit.	—	crist. sau pulb.	ins.	ins.	ins. ac. tartric act, NH_3 sol. ac.
oxifluorură	BiOF	243,98	alb	7,5	desc.	—	crist. sau pulb.	ins.	—	sol. ac.
oxiiodură	BiOI	351,88	rș.	7,92	desc.	—	romb. crist.	ins.	—	ins. al.; clf., KI; sol. ac.
propionat-bazic	$BiOC_3H_5O_2$	298,05	alb	—	—	—	pulb. slab miros de ac., propionic	ins.	—	ins. al.; sol. HCl dil.

salicilat bazic (subsalicilat)	$Bi(C_7H_5O_3)_3 \cdot Bi_2O_3$ (aprox.)	1086,29	alb	—	—	—	microcrist. (compoziție variabilă)	ins.	—	ins. al., et.; sol. ac. baze
seleniură (guanajautită)	Bi_2Se_3	654,84	n.	6,82	710	desc.	romb.	ins.	—	ins., baze
sulfat	$Bi_2(SO_4)_3$	706,14	alb	$5,08^{15}$	desc.	—	ace	desc.	desc.	sol. ac.:
sulfură (mono)	BiS	241,04	cșiu.	7,7	685	—	existență îndoielnică	g. sol.	—	—
trisulfură (bismutină)	Bi_2S_3	514,15	br. n.	7,39	685 desc.	—	romb. n 1,315; 1,900; 1,670	0,000018/18	—	ins. ac. dil; sol. HNO_3
tartrat	$Bi_2(C_4H_4O_6)_3 \cdot 6H_2O$	970,27	alb	$2,595^{25}$	$-3H_2O$, 105	—	pulb.	ins.	ins.	ins. al.; sol. alc., baze
telurat (montanit)	$Bi_2TeO_6 \cdot 2H_2O$	677,59	—	3,79	—	—	biaxial n_β 2,09	—	—	—
tritelurură (tetradimit)	Bi_2Te_3	800,76	cșiu.	7,7	573	—	rombdr.	—	—	—
Bor $Z=5$ valență III	B	10,811	—	2,34; 2,37(am.)	2300	2550	mcl. gb. sau pulb. am. br. n 2,5 liq. (λ 579 nm)	ins.	ins.	ins. al., et., baze sol. HNO_3, H_2SO_4
boric, acid (orto-)	H_3BO_3	61,83	inc.	$1,435^{15}$	185 desc.	$-1\ 1/2$ H_2O, 300	tricl. n 1,340; 1,456; 1,459	1,95/0 5,15/21	39,1/100	g. sol. act.; 28|20 glic. 0,0078 et., 5,56 al.

7.2. (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
boric acid (tetra, piro-)	$H_2B_4O_7$	157,26	—	—	—	—	vitros sau pulbere albă	sol.	sol.	sol. al.
amilboric, acid	$(C_5H_{11})\ B\ (OH)_2$	115,97	inc.	—	93...94 desc.	desc.	solzi	sol.	sol.	sol. et., dicloretan
anisilboric, acid (*o*-, *m*-, *p*-)(acid metoxifenilboric)	$CH_3OC_6H_4B(OH)_2$	151,96	alb	—	desc.	desc.	crist.	g. sol.	—	sol. al., et., bz.
m-anilinboric acid(*m*-aminofenilboric, acid)	$(NH_2C_6H_4)B(OH)_2$	136,95	alb	—	desc.	desc.	pl. hex.	g. sol.	—	g. sol. et.; sol. al.
izobutilboric, acid	$C_4H_9B(OH)_2$	101,94	inc.	—	106...12, desc.	desc.	crist.	sol.	—	sol. et., dicloretan.
n-butilboric, acid	$C_4H_9B(OH)_2$	101,94	inc.	—	92...4	desc.	crist.	sol.	sol.	g. sol. bz., CCl_4 etpet; sol. al., et., clf., act., acet., esteri
tert-butilboric, acid	$C_4H_9B(OH)_2$	101,94	alb	—	105 desc	desc.	crist.	sol.	—	sol. et.
etilboric, acid	$(C_2H_5)B(OH)_2$	73,89	alb	—	subl. 40	—	crist.	sol.	sol.	sol. al., et.

difenilboric, acid (difenilhidroxi borinic)	$(C_6H_5)_2$ BOH	182,03	inc.	—	264...7	215...35/17	crist. strălucitoare	ins.	ins.	sol. et., al., et. pet.
β-furanilboric, acid [furil(3)-boric, acid]	$(C_4H_3O)B(OH)_2$	111,89	alb	—	110 desc.	desc.	crist.	sol.	—	g. sol. bz., tol.; sol. et., al., act.
n-hexilboric, acid	$C_6H_{13}B(OH)_2$	130,00	alb	—	88...90, desc.	desc.	crist.	g. sol.	—	sol. et.
metilboric, acid	$CH_3B(OH)_2$	59,86	alb	—	desc.	desc.	pl.	g. sol.	—	sol. al., et.
dimetilboric, acid (dimetilhidroxiboran)	$(CH_3)_2BOH$	57,89	inc.	—	—	0/36	liq.	sol.	—	—
nitrofenilboric acid (*o*, *m*, *p*)	$NO_2C_6H_4B(OH)_2$	166,93	gb.	—	desc.	desc.	ace sau pr.	g. sol.	sol.	sol. al., et.
tienil-(2)-boric, acid (tiofenboric)	$(C_4H_3S)B(OH)_2$	127,96	inc.	—	134	desc.	ace	sol.	—	sol. et., al., act., bz., CCl_4
borowolframic, acid	$H_5BW_{12}O_{40}\cdot 30H_2O$	3402,49	inc.	3,0	45...50	—	tetr.	sol.	—	sol. al., et.
triizoamilbor (an)	$B(C_5H_{11})_3$	224,24	inc.	0,76	—	119/14	liq. mobil $n^{22,6}$ 1,43207	ins.	—	sol. et.
triizoamiloxiboran (triizomilborat, ester triizoamilboric)	$B(OC_5H_{11})_3$	272,24	—	$0,872^0$	—	255	liq. n 1,421	—	—	—
tri-*p*-anisilbor(an)	$B(CH_3OC_6H_4)_3$	332,21	alb	—	128	—	ace	ins.	ins.	sol. al., et., bz.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
anhidrida acidului di-*p*-tolilboric	$(C_7H_7)_2BOB(C_7H_7)_2$	402,16	alb	—	78	—	pulb.	ins.	—	sol. al., et., bz.
anhidrida acidului dimetilboric	$(CH_3)_2BOB(CH_3)_2$	97,76	inc.	—	— 37,3	43	—	hidr.	hidr.	—
tribenzilbor(an)	$B(C_6H_5CH_2)_3$	284,21	inc.	—	47	230/13	ace pr. sau liq. uleios	ins.	—	g. sol. et.; sol. al., bz.;
boran-trimetilamină	$(CH_3)_3N \cdot BH_3$	72,95	inc.	—	94	172	ace sau coloane hex.	desc.	desc.	sol. et.
borazen	$B_3N_3H_6$	80,50	inc.	$0{,}824^{0}$; $0{,}898^{57}$	— 58	53	liq.	hidr.	hidr.	—
diborilamină	B_2H_7N	42,68	inc.	—	—66,5	76,2	liq.	—	—	sol. borazen
monobromdifenilbor (an)	$(C_6H_5)_2BBr$	244,93	inc.	—	25	150...60/8	liq. viscos sau crist.	desc.	desc.	sol. bz.
dibromfenilbor(an)	$C_6H_5BBr_2$	247,74	inc.	—	34	100/20	crist.	desc.	desc.	sol. bz.
monobromdimetilbor(an)	$(CH_3)_2BBr$	120,79	inc.	—	—123,4	22	liq. sau gaz	desc.	desc.	—
tribromură	BBr_3	250,54	inc.	$2{,}650^{0}$	—46	90,1/740	liq. fumegă $n^{6,3}$ 1,553	desc.	—	sol. al., CCl_4
bromură de diboril (monobromdiboran)	B_2H_5Br	106,57	inc.	—	—104	aprox. 10	gaz	hidr →	HBO_3 + HBr + H_2	—

bromură-iodură	BBr_2I	297,53	inc.	—	—	125	liq.	desc.	desc.	—
triizobutil-bor(an)	$B(C_4H_9)_3$	182,16	inc.	0,74	—	188,86/20	liq. mobil $n^{22,8}$ 1,41882	ins.	ins.	sol. et.
tri-*n*-butil-bor(an)	$B(C_4H_9)_3$	182,16	inc.	—	—	90...1/9; 108... 10/20	liq. mobil	ins.	ins.	sol. et. al.
tri-tert-butilbor(an)	$B(C_4H_9)_3$	182,16	inc.	—	sticlă la temperaturi joase	71/12	liq. mobil	ins.	—	sol. et.
tri-*n*-butil-tribortrioxan (*n*-butilbor oxid)	$(C_4H_9)_3B_3O_3$	251,78	inc.	—	—	154/30	liq.	hidr.	hidr.	sol. et.
tri-*terț*-butilbortrioxan (*terț*-butilboroxid)	$(C_4H_9)_3B_3O_3$	251,78	inc.	—	20	66...8/5	liq.	hidr	hidr.	sol. et.
triizobutoxiboran (ester triizobutilboric)	$B(OC_4H_9)_3$	230,16	—	0,864^0	—	212	liq. n 1,408	—	—	—
triclorură	BCl_3	117,17	inc.	1,434^0	—107	12,5	liq., fumegă $n^{5,7}$ 1,428	desc.→ $HCl + H_3BO_3$		desc. al.)
clorură de diboril (monoclor diboran)	B_2H_5Cl	62,11	inc.	—	—	—78/18	gaz foarte nestabil	hidr.	—	—
triclorura de bor dimetileter	$(CH_3)_2OBCl_3$	163,24	inc.	—	desc. 76	desc.	crist.	desc.	—	—

7.2. (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
triclorură de bor trimetilamina	$(CH_3)_3NBCl_3$	176,28	inc.	—	243	—	crist.	—	sol.	sol. al.
monoclordimetoxibor(an)	$(CH_3O)_2BCl$	108,33	inc.	—	−87,5	74,7	liq.	desc.	desc.	—
monoclordiizoamiloxibor (an)	$(C_5H_{11}O)_2BCl$	220,55	inc.	—	—	110... 15 /14	liq.	desc.	desc.	—
monoclordietoxibor(an)	$(C_2H_5O)_2BCl$	136,39	inc.	—	—	112,3	liq.	desc.	desc.	—
dicloretoxibor(an)	$C_2H_5OBCl_2$	126,78	inc.	—	—	77,9	liq.	desc.	desc.	—
monoclordifenilbor(an)	$(C_6H_5)_2BCl$	200,48	inc.	—	—	271	liq. vîscos	desc.	desc.	sol. bz., et.pet.
diclorfenilbor(an)	$C_6H_5BCl_2$	158,82	inc.	—	0	175	liq.	desc.	desc.	sol. bz.
triciclohexilbor(an)	$B(C_6H_{11})_3$	260,27	inc.	—	100	194/15	crist.	ins.	—	sol. et.
diclormetoxibor(an)	CH_3OBCl_2	112,75	inc.	—	−15	58,0	liq.	desc.	desc.	—
trietilbor(an)	$B(C_2H_5)_3$	98,00	inc.	$0,6961^{23}$	−92,9	0/125	liq.	ins.	ins.	sol. al., et.
trietoxibor (an) (ester etil ortoboric	$B(OC_2H_5)_3$	146,00	inc.	$0,876^{10}$ $0,864^{26,5}$	—	117,4 (120)	liq. *n* 1,381	desc.	—	—
trifenilbor(an)	$B(C_6H_5)_3$	242,13	—	—	136	203/15	ace hex.	desc.	—	desc. al.; so l.,bz.

trifenilbor-amoniac	$(C_6H_5)_3BNH_3$	259,16	inc.	—	—	desc. 216	desc. crist.	—	—	g. sol. bz.; sol. al.
trifenoxibor (an) (ester fenilboric)	$(C_6H_5O)_3B$	290,13	inc.	—	aprox. 35	>360	crist.	desc.	—	sol. et., bz.
trifluorură	BF_3	67,81	inc.	2,99 g/l	-127	-101	gaz	106 cm^3	desc.	desc. al., sol. H_2SO_4 conc.
difluormetoxibor(an)	CH_3OBF_2	79,84	inc.	$1,417^{35,5}$ $1,354^{76,5}$	—	86	liq.	desc.	desc	—
tri-*n*-hexilbor trioxan (trihexilboroxid)	$(C_6H_{13})_3B_3O_3$	335,94	inc.	0,8876	—	178... 82/24	liq. n^{20} 1,4323	hidr.	hidr.	sol. solv. org.
hidrură (diboran, boroetan)	B_2H_6	27,67	inc.	liq. $0,447^{-112}$ solid $0,577^{-183}$	$-165,5$	$-92,5$	gaz, miros slab dulceag în conc. mică	g. sol. desc. → $H_3BO_3 + H_2$	—	sol. NH_4OH
hidrură (hidrotetraboran, borobutan)	B_4H_{10}	53,32	inc.	liq. $0,59^{-70}$ $0,56^{-35}$	-120 (-112)	17,6... 18	gaz, toxic, miros neplăcut	g. sol., hidr.	—	desc. al.; sol. bz.
hidrură (pentaboran stabil)	B_5H_9	63,13	inc.	$0,61^0$	$-46,6$	0/66	liq. toxic, miros neplăcut spontan inflamabil	hidr.	—	—
hidrură (pentaboran instabil, dihidropentaboran)	B_5H_{11}	65,14	inc.	—	$-123,4$	65	liq., la păstrare se îngălbenește	hidr.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hidrură (hexaboran)	B_6H_{10}	74,95	inc.	—	—65,1	0/7,2	liq., la păstrare se îngălbenește	hidr.	—	—
hidrură (decaboran)	$B_{10}H_{14}$	122,22	inc	0,94; liq. $0{,}78^{100}$	99,7	100/19 156/162,4 213 (extrapolat)	romb. ace	g. sol.	desc.	sol. al., et., bz., CS_2
triiodură	BI_3	391,52	inc.	$3{,}35^{50}$	43	210	pl. higr.	desc.	desc.	desc. al.; sol. bz., CS_2,CCl_4
monoiod-dimetilbor(an)	$(CH_3)_2BI$	167,79	inc.	—	−110,7	65	liq.	desc.	desc.	—
metilboran-trimetilamina	$(CH_3)_3NBH_2CH_3$	86,97	inc.	—	0,8	177	liq.	desc.	desc.	sol. et.
metildiboran	$B_2H_5CH_3$	41,70	inc.	—	—	−80/50; desc. aprox. −20	gaz nestabil	desc.	desc.	—
dimetildiboran (1,1) (asim)	$B_2H_4(CH_3)_2$	55,72	inc.	—	−150,2	−2,6	gaz	desc.	desc.	—
dimetildiboran(1, 2)(sim)	$B_2H_4(CH_3)_2$	55,72	inc.	—	−125	4,9	gaz nestabil	desc.	desc.	—
B-dimetilborazen (dimetilbortriamina B)	$(CH_3)_2B_3N_3H_4$	108,56	inc.	—	−48	107	liq.	hidr.	hidr.	—

N-dimetilborazen (dimetiltribortriamina N)	$(CH_3)_2B_3N_3H_4$	108,56	inc.	—	—	108	liq.	hidr.	hidr.	—
N-B-dimetilborazen (dimetiltribor-triamina N-B)	$(CH_3)_2\ B_3N_3H_4$	108,56	inc.	—	—	124	liq.	hidr.	hidr.	—
dimetilboran-trimetilamina	$(CH_3)_3NBH(CH_3)_2$	101,00	inc.	—	−18,0	desc. 172	liq.	desc.	desc.	sol. et.
trimetilbor (an)	$B(CH_3)_3$	55,92	inc.	1,9108 g/l; $0,625^{-100}$	−161,5	−20,2	gaz	g. sol.	—	sol. al., et.
trimetil-1,1,2 diboran	$B_2H_3(CH_3)_3$	69,75	inc.	—	−123	45,5	liq.	desc.	—	—
tetrametil-1,1,2,2-diboran (sim)	$B_2H_2(CH_3)_4$	83,78	inc.	—	−72,5	68,6	liq.	desc.	desc.	—
N-metil-B,B′,B″-trimetilborazen	$(CH_3)_4B_3N_3H_2$	136,61	inc.	—	—	158	liq.	hidr.	hidr.	—
B-metilborazen	$CH_3B_3N_3H_5$	94,53	inc.	—	−59	87	liq.	hidr.	hidr.	—
N-metilborazen (N-metiltribortriamina)	$CH_3B_3N_3H_5$	94,53	inc.	—	—	84	liq.	hidr.	hidr.	—
N-metil-B,B′ dimetilborazen	$(CH_3)_3B_3N_3H_3$	122,58	inc.	—	—	139	liq.	hidr.	hidr.	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
B-trimetil borazen	$(CH_3)_3B_3N_3H_3$	122,58	inc.	—	31,5	129	crist. sau liq.	hidr.	hidr.	—
N-trimetil-borazen	$(CH_3)_3B_3N_3H_3$	122,58	inc.	—	—	134	liq.	hidr.	hidr.	—
trimetiltri-bor-trioxan (trimetil boroxid)	$(CH_3)_3B_3O_3$	125,54	inc.	—	−37	79	liq. mobil	hidr.	hidr.	sol. et.
dimetoxiboran	$(CH_3O)_2BH$	73,89	inc.	—	−130,6	25,9	liq. nestabil	desc.	desc.	—
trimetoxibor(an) (ester trimetilboric)	$B(OCH_3)_3$	103,91	inc.	0,915; $0,9205^{24.3}$	− 29	68,7 (65)	liq.	desc.	—	sol. al., et
tetrametoxidiboran	$(CH_3O)_4B_2$	145,76	inc.	—	—24	desc. 93; 21/44	liq.	desc.	desc.	—
tri-α-naftil-bor(an)	$B(C_{10}H_7)_3$	392,31	inc.	—	203	desc.	ace	ins.	—	g. sol. et., al.; sol. bz. CCl_4, clf., CS_2.
trinaftil-(1)-bor-sodiu	$Na_2B(C_{10}H_7)_3$	438,29	albst. (purpuriu în slție dil.)	—	—	desc.	crist.	desc.	—	g. sol. ligr. sol. et.
tri-β-naftoxibor(an) (ester β-naftil-boric)	$B(C_{10}H_7O)_3$	440,31	inc.	—	115	—	foițe	desc.	—	sol. bz.

nitrură	BN	24,82	alb	2,20	3000 (subl.)	—	hex. rețea grafit	ins.	ușor desc.	g. sol. ac. c.
oxid	B_2O_3	69,62	inc.	1,844	aprox. 450	1500	vitros n 1,464	desc. 1,1/0	15,7/100	sol. al., ac.
oxid	B_2O_3	69,62	—	1,805	2941	—	crist.	g. sol.	sol.	—
tri-*n*-propil-bor(an)	$B(C_3H_7)_3$	140,08	inc.	0,725	—	156; 60/20	liq. mobil $n^{22,8}$ 1,41352	ins.	—	sol. et.
tri-*sec*-propil-bor(an)	$B(C_3H_7)_3$	140,08	inc.	—	—	148...54; 33...5/12	liq. mobil	ins.	—	sol. et.
tripropoxi-bor(an) (ester propilboric)	$B(OC_3H_7)_3$	188,08	—	liq. $0,867^{16}$	—	175	liq.	—	—	—
trisulfură	B_2S_3	117,81	alb	1,55	310	—	crist. sau vitros	desc.	—	desc. al.; g. sol. SCl_2, PCl_3
pentasulfură	B_2S_5	181,94	alb	1,85	390	—	crist. (existență probabilă)	desc.	desc.	desc. al.
tri-*p*-tolil-bor(an)	$B(CH_3C_6H_4)_3$	284,21	alb	—	175	233/12	crist.	ins.	—	g. sol. et.; sol. bz.
tri-*p*-xilil-bor(an)	$B(CH_3C_6H_3CH_3)_3$	326,29	inc.	—	147	221/12	ace	ins.	—	g. sol. et; sol. bz., clf., CCl_4
Combinații intermetalice										
carbură	B_4C	55,26	n.	2,50	2450	> 3500	rmbdr.	ins.	ins.	ins. ac.; sol. baze topite
fosfură	BP	41,78	br.	—	arde 200	—	pulb.	ins.	ins.	ins. toți solv.

7.2. (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
seleniura	B_2Se_3	258,50	gb. cşiu	—	—	—	pulb.	desc.	desc.	—
siliciură	B_3Si	60,52	n.	2,52	—	—	romb.	ins.	—	desc. KOH, H_2SO_4; g. sol. HNO_3
siliciură	B_6Si	92,95	n.	2,47	—	—	crist.	ins.	—	ins. KOH; desc. H_2SO_4; sol. HNO_3.
Combinaţii carbonilice										
borancarbonil	BH_3CO	41,85	inc.	—	−137,0	−63	gaz nestabil	desc.	desc.	—
Brom $Z = 35$ valenţă I, III, V	Br_2	159,818	—	$2,928^{59}$	−7,2	58,78	romb. sau liq. rş. închis. n 1,661.	4,17/0; 3,58/20	3,52/50	sol. al., et., clf., CS_2
bromhidric, acid	BrH	80,92	—	liq.$2,77^{-67}$ $3,50^0$g/l	−88,5	−67,0	gaz inc. sau liq. gb. palid n 1,325 liq.	221/0	130/100	sol. al.
bromhidric, acid cu o moleculă de apă	$BrH \cdot H_2O$	98,94	inc.	1,78	stabil	−3,3 pînă la −15,5 între 1 şi 2 atm.	liq.	—	—	—
bromhidric, acid (azeotrop)	$BrH(47\%) + H_2O$	—	inc.	1,49	−11	126	liq.	—	—	—

bromhidric, acid cu două molecule de apă	$BrH \cdot 2H_2O$	116,96	—	$2,11^{-15}$	—11	—	crist. albe sau liq. inc.	sol.	sol.	—
bromauric, acid	$HAuBr_4 \cdot 5H_2O$	607,69	rş.br.	—	27	—	crist.	sol.	—	sol. al
bromic, acid	$HBrO_3$	128,92	inc. sau gb.	—	desc. 100	—	există numai în slţie.	sol.	sol. desc.	—
hipobromos, acid	HBrO	96,92	inc. gb.	—	40 (vid)	—	există numai în slţie.	sol.	sol. desc.	sol. al., clf., et.
bromoplatinic acid	$H_2PtBr_6 \cdot 9H_2O$	838,70	rş.	—	<100 desc.	—	mcl. delic.	sol.	sol.	—
clorură	BrCl	115,36	rş. gb.	—	—	desc. 10	liq. sau gaz	sol. desc.	—	sol. et., CS_2
trifluorură	BrF_3	136,90	inc. cşiu.gb.	$2,49^{135}$	(—2) 8,8	135	liq.	desc. violent în O_2, HOBr, HF, $HBrO_3$		desc. baze
pentafluorură	BrF_5	174,90	inc.	$2,466^{25}$	—61,3	40,5	liq.	desc.	desc.	—
hidrat	$Br_2 \cdot 10H_2O$	339,97	rş.	—	desc. 6,8	—	oct.	sol.	—	—
iodură	BrI	206,81	cşiu. închis	4,42	subl. 50	—	crist.	desc.	desc.	sol. al., et., clf., CS_2
oxid	Br_3O_8[sau $(Br_3O_8)_n$]	367,72	alb	—	stabil la —40	—	—	—	—	—
monoxid	Br_2O	175,82	br. închis	—	—17... —18	—	—	—	—	sol. CCl_4 desc.
bioxid	BrO_2	111,91	gb.tare	—	desc. 0°, Br_2+O_2	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cadmiu *Z* = 48 valență II	Cd	112,40	cșiu.alb	8,642	320,9	767 ± 2	hex. met. maleabil *n* 1,13	ins.	ins.	sol. ac., H_2SO_4 c. NH_4NO_3
acetat	$Cd(C_2H_3O_2)_2$	230,49	inc.	2,341	256	desc.	—	sol.	—	sol. CH_3OH
acetat	$Cd(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$	284,54	inc.	2,01	$-H_2O$, 130	—	mcl. miros de acet.	sol.	sol.	sol. al.
amidură	$Cd(NH_2)_2$	144,45	—	$3{,}05^{25}$	desc. 120	—	—	—	—	—
diizoamil-cadmiu	$Cd(C_5H_{11})_2$	254,69	—	$1{,}2210^{19}$	−115	121,5/15	ulei	—	—	—
hidrogenarseniat	$CdHAsO_4 \cdot H_2O$	270,34	—	$4{,}164_4^{15}$	> 120	—	—	—	—	—
arseniură	Cd_3As_2	487,04	cșiu. închis	$6{,}21_4^{15}$	721	—	cub.	—	—	—
benzoat	$Cd(C_7H_5O_2)_2 \cdot 2H_2O$	390,66	—	—	—	—	—	3,34/20	—	g. sol.al.
borowolframat	$Cd_5(BW_{12}O_{40})_2 \cdot 18H_2O$	6600,25	gb.	—	75	—	tricl.	1250/19	sol.	—
bromat	$Cd(BrO_3)_2 \cdot H_2O$	386,23	alb	3,758	desc.	—	romb.	125/17	—	ins. al.
bromură	$CdBr_2$	272,22	gb.	$5{,}192^{25}$	567	963	crist.	57/10	162/104	26,6/15 al., 0,4/15 et., sol. HCl.
bromură	$CdBr_2 \cdot 4H_2O$	344,28	alb	—	tr. 36	—	ace înguste efl.	121/10	—	g. sol. et.; sol. act., 25 al.

dibutil cadmiu	$Cd(C_4H_9)_2$	226,63	—	$1,3056^{19,5}$	-48	103,5/12,5	ulei	desc.	desc.	—
diizobutil cadmiu	$Cd(C_4H_9)_2$	226,63	—	$1,2693^{18}$	-37	90,5/20	ulei	desc.	desc.	—
carbonat	$CdCO_3$	172,41	alb	$4,258^{4}$	desc. < 500	—	trig.	ins.	ins.	ins. NH_3 sol. ac., săruri NH_4, KCN
cianură	$Cd(CN)_2$	164,44	—	—	desc. > 200	—	crist.	1,7/15	—	sol. ac., NH_4OH KCN
cianură de potasiu și	$Cd(CN)_2 \cdot 2KCN$	294,68	inc.	1,85	—	—	cub.	33	100/100	g. sol.al.
clorat	$Cd(ClO_3)_2 \cdot 2H_2O$	315,33	inc.	$2,28^{15}$	80	—	pr. deliq.	298/0	487/65	sol. al., act., ac.
monocloroacetat	$Cd(C_2H_2ClO_2)_2 \cdot 6H_2O$	407,47	—	$1,942^{25}$	—	—	—	—	—	—
dicloroacetat	$Cd(C_2HCl_2O_2)_2 \cdot H_2O$	386,29	—	$2,132^{25}$	—	—	ace	—	—	—
tricloroacetat	$Cd(C_2Cl_3O_2)_2 \cdot 1\frac{1}{2} H_2O$	464,18	—	$2,093^{25}$	—	—	romb.	—	—	—
clorură	$CdCl_2$	183,31	inc.	$4,047^{25}$	568	960	hex.	140/20	150/100	ins. et., act.; sol. 1,52/15 al.
clorură	$CdCl_2 \cdot 2\frac{1}{2} H_2O$	228,34	inc.	3,327	tr. 34	—	mcl. n 1,6513	168/20	180/100	g. sol. al.; sol. 2,05/15 CH_3OH

7.2. (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
dietilcadmiu	$Cd(C_2H_5)_2$	170,52	—	$1{,}6564^{18,1}$	−21	64	ulei	desc.	desc.	—
ferocianură	$Cd_2Fe(CN)_6 \cdot H_2O$	—	—	—	—	—	—	ins.	ins.	sol. HCl.
fluorogalat	$[Cd(H_2O)_6]$ $[GaF_5H_2O]$	403,22	inc.	2,79	$-5H_2O$, 110	—	crist. *n* 1,45	sol.	—	—
fluorură	CdF_2	150,40	alb	6,64	1100	1758	cub.	4,35/25	—	ins. al.; NH_3; sol. HF, ac.
fluorosilicat	$CdSiF_6 \cdot 6H_2O$	362,57	inc.	—	—	—	hex.	sol.	sol.	sol. al. 50%
formiat	$Cd(CHO_2)_2 \cdot 2H_2O$	238,47	—	2,44	desc.	—	mcl.	sol.	—	—
ortofosfat	$Cd_3(PO_4)_2$	527,14	inc.	—	1500	—	am.	ins.	—	sol. ac., săruri NH_4
fosfat, acid (dihidrogen fosfat)	$Cd(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$	342,40	—	$2{,}74^{15}_{4}$	desc. 100	—	tricl.	—	—	ins. al.; et.; sol. HCl
fumarat	$CdC_4H_2O_4$	226,46	—	—	—	—	—	0,9/30	—	—
hidroxid	$Cd(OH)_2$	146,41	alb	$4{,}79^{15}$	desc. 300	—	trig. sau am.	0,00026/25	—	ins. baze; sol. ac.; săruri NH_4
iodat	$Cd(IO_3)_2$	462,21	alb	6,43	desc.	—	crist.	g. sol.	g. sol.	sol. NH_4OH, HNO_3

iodură (α)	CdI_2	366,21	br.	$5{,}670^{30}$	388	713	hex.	79,8/0 85,2/18	127,6/100	g. sol. act., NH_3; sol. al., et., ac., NH_4OH
iodură (β)	CdI_2	366,21	—	$5{,}305^{30}$	—	—	—	—	—	—
lactat	$Cd(C_2H_5O_3)_2$	290,54	—	—	—	—	ace	10	12,5	ins. al.
maleat	$CdC_4H_2O_4 \cdot 2H_2O$	262,49	—	—	—	—	—	0,66/30	—	—
permanganat	$Cd(MnO_4)_2 \cdot 6H_2O$	458,36	—	2,81	desc. 95	—	—	sol.	sol.	—
dimetilcadmiu	$Cd(CH_3)_2$	142,47	—	$1{,}9846^{17,9}$	−4,5	105,5/758	ulei	desc.	desc.	—
molibdat	$CdMoO_4$	272,34	—	5,347	—	—	—	g. sol.	—	sol. ac., NH_4OH KCN
nitrat	$Cd(NO_3)_2$	236,41	—	—	350		—	109/0	326/60	sol. ac.
nitrat	$Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	308,47	alb	$2{,}455^{17}$	59,4	132	ace prismatice higr.	215	—	ins. HNO_3 sol. al., NH_3
nitrocobaltat (III) (cobaltinitrit)	$Cd_3[Co(NO_2)_6]_2$	1007,13	gb.	—	desc. 175	—	—	g.sol.	sol.	desc. ac.; baze, sol. solv. org.
oxalat	CdC_2O_4	200,41	inc.	$3{,}32_4^{18}$	desc. 340	—	—	0,00337/0 0,005/18	0,009	ins. al.; sol. ac.
oxalat	$CdC_2O_4 \cdot 3H_2O$	254,46	inc.	—	desc.	—	—	—	—	ins. al.; sol. ac., NH_4OH
oxid	CdO	128,40	br.	6,95	desc. 900...1000	—	am.	ins.	ins.	ins. baze sol. ac., săruri NH_4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oxid	CdO	128,40	br.	8,15	desc. 900	—	cub.	ins.	ins.	ins. baze sol. ac., săruri NH_4
suboxid	Cd_2O	240,80	verzui	8,19	desc.	—	am.	—	—	desc. ac.; baze
dipropil-cadmiu	$Cd(C_3H_7)_2$	198,58	—	$1,4201^{17,6}$	−83	84/21,5	ulei	desc.	desc.	—
salicilat	$Cd(C_7H_5O_3)_2 \cdot H_2O$	404,65	alb	—	—	—	ace	g. sol.	sol.	sol. al., et., ac. NH_4OH
seleniat	$CdSeO_4 \cdot 2H_2O$	291,39	—	3,632	$-1H_2O$, 100	—	romb.	sol.	—	—
seleniură	CdSe	191,36	—	$5,81^{15}_{4}$	> 1350	—	hex. cșiu. br. sau pulb. rș.	ins.	—	desc. ac.
metasilicat	$CdSiO_3$	188,48	inc.	4,93	1242	—	romb.	g. sol.	—	—
sulfat	$CdSO_4$	208,46	alb	4,691	1000	—	romb.	75,5/0	60,8/100	ins. al., act., NH_3
sulfat	$CdSO_4 \cdot H_2O$	226,48	—	3,79	tr. 108	—	mcl.	sol.	sol.	ins. al.
sulfat	$CdSO_4 \cdot 4H_2O$	280,52	—	3,05	—	—	—	140/0	135,5/100	ins. al.
sulfat	$3CdSO_4 \cdot 8H_2O$	769,51	alb	3,09	tr. 41,5	—	mcl., efl. *n* 1,565	114,2/0	87/100	50 al.
sulfit	$CdSO_3$	192,46	—	—	desc.	—	crist.	g. sol.	—	ins. al., sol. ac. NH_4OH

sulfură (greenochit)	CdS	144,46	gb. port.	4,82	1750/100 at	subl. în N_2	hex. n 2,506 2,529	0,00013/18	—	g. sol. NH_4OH sol. ac.
tartrat	$CdC_4H_4O_6$	260,47	alb	—	—	—	pulb. crist.	g. sol.	—	sol. ac., NH_4OH
telurură	$CdTe$	240,00	n.	$6{,}20^{15}$	1041	—	cub.	ins.	—	ins. al.; desc. HNO_3
wolframat	$CdWO_4$	360,25	gb.	—	—	—	crist.	0,05	—	sol. NH_4OH
Combinații coordonative										
fluorosilicat de tetrapiridin-cadmiu	$[Cd(C_5H_5N)_4]SiF_6$	570,89	alb	2,282	—	—	tricl.	—	—	—
perrenat de tetramino cadmiu	$[Cd(NH_3)_4(ReO_4)_2$	680,92	—	$3{,}714^{24}_{4}$	—	—	—	—	—	0,037 NH_4OH conc.
Calciu $Z = 20$ valență II	Ca	40,08	cșiu. — alb.	1,55	842	1240	cub. met. moale	desc. → $Ca(OH)_2 + H_2$		ins. bz NH_3 liq.; g. sol. al.; sol. ac.
acetat	$Ca(C_2H_3O_2)_2$	158,17	inc.	—	desc.	—	n 1,55; 1,56; 1,57	37,4/0	29,7/100	g. sol. al.
acetat	$Ca(C_2H_3O_2)_2 \cdot H_2O$	176,19	inc.	—	desc.	—	ace	43,6/0	34,3/100	g. sol. al.
acetat	$Ca(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2H_2O$	194,20	inc.	—	$-1H_2O$,84	—	ace	34,7/20	33,5/80	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
aluminat	$CaAl_2O_4$ (sau $CaO \cdot Al_2O_3$)	158,04	inc.	3,67	1600	—	romb. sau mcl. *n* 1,643; 1,655; 1,663.	desc.	—	ins. H_2SO_4, HNO_3; sol. HCl.
aluminat tricalcic	$Ca_3Al_2O_6$(sau $3CaO \cdot Al_2O_3$)	270,20	—	—	1535 desc.	—	cub. *n* 1,710	ins.	—	sol. ac.; nu e desc. de KOH slţie
aluminosilicat (anortit)	$CaAl_2Si_2O_8$ (sau $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)	278,21	—	2,765	1551	—	tricl. *n* 1,5832	—	—	—
dianilincalciu	$Ca(NHC_6H_5)_2$	224,32	alb	—	desc.	—	crist.	desc.	—	ins. et, bz., lig.
ortoarseniat	$Ca_3(AsO_4)_2$	398,08	alb	—	—	—	pulb. am.	0,0048 0,013/25	—	—
ortoarseniat	$Ca_3(AsO_4)_2 \cdot 3H_2O$	452,12	inc. sau alb	—	—	—	pulb.	ins.	ins.	sol. ac.
arseniură	Ca_3As_2	270,08	rş.	$3,031^{25}$	desc.	—	crist.	desc.	desc.	desc. ac. sol. HNO_3 c. cald
azidă	$Ca(N_3)_2$	124,12	inc.	—	expl. 144...56	—	— romb.	—	—	ins. et.; sol. 0,211/16 al.
benzoat	$Ca(C_7H_5O_2)_2 \cdot 3H_2O$	336,36	inc.	1,436	$-3H_2O$, 110	—	romb.	2,67/0	8,3/80	—

metaborat	$Ca(BO_2)_2$	125,70	inc.	—	1154	—	romb. n 1,540 1,656; 1,682	g. sol.	—	g. sol. acet.; sol. ac., săruri de NH_4.
metaborat	$Ca(BO_2)_2 \cdot 2H_2O$	161,73	—	—	desc.	—	cub.	0,310/30	0,40/90	sol. ac., săruri de NH_4
metaborat	$Ca(BO_2)_2 \cdot 6H_2O$	233,79	inc.	—	—	—	hex.	0,25/30	—	—
tetraborat	CaB_4O_7	195,32	roșietic	—	986	—	vitrificat	—	—	—
hexaborură	CaB_6	104,95	n.	2,45	2235	—	cub.	ins.	ins.	g. sol. H_2SO_4 conc.; sol. HNO_3
bromat	$Ca(BrO_3)_2 \cdot H_2O$	313,91	—	3,329	$-H_2O$, 0,180	—	mcl.	sol.	sol.	—
bromură	$CaBr_2$	199,90	—	$3,353^{25}$	765	806...12	ace, deliq.	125/0	312/105	g. sol. NH_3; sol. al., act., ac.
bromură	$CaBr_2 \cdot 3H_2O$	253,94	—	—	80,5	—	romb.	240/0	1850/80	sol. al., act., ac.
bromură	$CaBr_2 \cdot 6H_2O$	307,99	inc.	—	38,2	—	hex.	594/0	1360/25	sol. al., act., ac.
butirat	$Ca(C_4H_7O_2)_2 \cdot H_2O$	232,29	inc.	—	—	—	—	22,0/0	17,3/100	—
izobutirat	$Ca(C_4H_7O_2)_2 \cdot H_2O$	232,29	inc.	—	—	—	—	28,8/0	37,6/100	—
carbonat (aragonită)	$CaCO_3$	100,09	inc.	2,93	desc. 825	—	romb. n 1,530 1,681; 1,685	0,00153/25	0,0019/75	sol. ac., NH_4Cl

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
carbonat (calcită)	$CaCO_3$	100,09	inc.	$2,711^{25,2}$	1339/102,5 atm	desc. 894,4	hex. *n* 1,658; 1,486	0,0014/25	0,0018/75	sol. ac., NH_4Cl
carbonat	$CaCO_3 \cdot 6H_2O$	208,18	—	$1,771^0$	—	—	mcl. *n* 1,460; 1,535; 1,545	—	—	—
carbonat de magneziu și-(dolomita)	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	184,41	—	2,872	desc. 730...60	—	trig. *n* 1,6817	0,032/18	—	—
carbură (carbid)	CaC_2	64,10	inc.	2,22	stabilă 25...447	—	tetr.	desc. → $Ca(OH)_2$ + $+C_2H_2$		nu e desc. de H_2SO_4 conc.
1-chinat	$Ca(C_7H_{11}O_6)_2 \cdot$ $\cdot 10H_2O$	602,56	—	—	50; $-10H_2O$ 120	—	romb. foițe	16/16	—	ins. al.
cianamidă	$CaCN_2$	80,10	inc.	—	1300, subl. > 1150	—	hex. rmbdr.	desc., degajă NH_3	desc.	—
cianoplatinit	$CaPt(CN)_4 \cdot 5H_2O$	429,32	gb. vd. fluorescent	—	—	—	romb. *n* 1,6226	sol.	—	—
cianură	$Ca(CN)_2$	92,12	alb	—	desc. > 350	—	pulb.	desc.	desc.	—
cinamat	$Ca(C_9H_7O_2)_2 \cdot 3H_2O$	388,44	inc.	—	—	—	crist.	0,22/2	1,34/100	—
citrat	$Ca_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 4H_2O$	570,51	alb	—	$-2H_2O$, 130	$-4H_2O$, 185	ace *n* 1,515; 1,530; 1,580	0,96/23 0,85/18	—	0,0065/18 al.

clorat	$Ca(ClO_3)_2 \cdot 2H_2O$	243,01	alb-gălbui	2,711	H_2O, > 100	—	mcl. deliq.	177,7/8	sol.	sol. al., act.
perclorat	$Ca(ClO_4)_2$	238,98	inc.	—	—	—	—	188,6/25	sol.	166,2/25 al., 237,4 CH_4OH; g. sol. et.; sol. act.
hipoclorit	$Ca(ClO)_2 \cdot 2H_2O$	179,02	—	—	$-H_2O$, 74	—	pl. tetr. *n* 1,53; 1,63	sol.	desc.	desc. ac.
hipoclorit bazic	$Ca(ClO)_2 \cdot 2Ca(OH)_2$	291,17	—	—	—	—	hex. *n* 1,51; 1,585	g. sol. slție cu 5...6% Cl utilizabil	—	—
clorură	$CaCl_2$	110,99	inc.	$2,512^{25}$	772	> 1600	cub., deliq. *n* 1,52	59,5/0	159/100	sol. al., act., acet.
clorură	$CaCl_2 \cdot H_2O$	129,00	inc.	—	260	—	deliq.	76,8/0	249/100	ins. act.; sol. al.
clorură	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	147,02	inc.	—	—	—	—	97,7/0	326/60	sol. al.
clorură	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	219,08	inc.	$1,68^{17}$	29,92	$-4H_2O$, 30; $-6H_2O$, 200	trig. deliq. *n* 1,417; 1,393	279/0	536/20	sol. al.
clorură-hipoclorit bazic (clorură de var)	$Ca(ClO)_2CaCl_2 \cdot xCa(OH)_2 \cdot xH_2O$	—	alb	—	desc.	—	pulb., miros puternic de Cl; compoziția variază	desc. degajă Cl	—	desc. ac.
cromat	$CaCrO_4 \cdot 2H_2O$	192,10	gb.	—	$-H_2O$, 200	—	prisme mcl.	22,4/0 16,3/20	18,2/45	sol. al., ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-fenol-4 sulfonat(*p*)	$Ca[C_6H_4(OH)SO_3]_2 \cdot H_2O$	404,43	rș. trandafiriu	—	—	—	pulb.	sol.	—	sol. al.
fenoxid	$Ca(OC_6H_5)_2$	226,29	roșietic	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	g. sol.al.
fericianură	$Ca_3[Fe(CN)_6]_2 \cdot 12H_2O$	760,33	rș.	—	—	—	ace. deliq.	sol.	sol.	—
feroaluminat tetracalcic (celit)	$Ca_4Al_2Fe_2O_{10}$(sau $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$)(aprox).	485,97	—	—	1415 (incongruent)	—	n_α 1,96; n_β 2,01; n_γ 2,01	—	—	—
ferocianură	$Ca_2Fe(CN)_6 \cdot 11(12)H_2O$	490,28	gb.	1,68	desc.	—	tricl. n 1,570; 1,582; 1,596	86,8/24,9	115/64,7	—
fluorură (fluorină)	CaF_2	78,08	inc.	3,180	1360	—	cub. luminiscente la cald n 1,434	0,0016/18 0,0017/26	— —	ins. act.; g. sol. ac.; sol. slție săruri NH_4
fluorosilicat	$CaSiF_6$	182,16	alb	$2,662^{17,5}$	—	—	pulb. crist. tetr.	g. sol.	—	sol. al., HF, HCl
fluorosilicat	$CaSiF_6 \cdot 2H_2O$	218,19	inc.	2,254	—	—	tetr.	g. sol. desc.	—	ins. al.; sol. HCl, HF
formiat	$Ca(CHO_2)_2$	130,12	inc.	2,015	desc.	—	romb. n 1,510; 1,514; 1,578	16,2/0	18,4/100	ins. al.

ortomonofosfat (dihidrogen)	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	252,07	inc.	$2{,}220^{16}$	$-H_2O$, 109	desc. 203	tricl. deliq. *n* 1,5292; 1,5176; 1,4932	1,8/30	desc.	sol. ac.
ortodifosfat (brushit, monohidrogen)	$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	172,09	alb	$2{,}306^{16}$	desc. 25	—	mcl. *n* 1,5576; 1,5457; 1,5392	0,02/25 0,0316/38	0,075/100 desc.	ins.al.; sol. ac.
ortotrifosfat (*terf*)	$Ca_3(PO_4)_2$	310,18	alb	3,14	1670	—	pulb. am.	0,002... 0,003	desc.	ins. al.; sol. ac.
metafosfat	$Ca(PO_3)_2$	198,02	inc.	2,82	975	—	—	ins.	ins.	ins. ac.
hipofosfat	$Ca_2P_2O_6 \cdot 2H_2O$	274,13	—	—	—	—	gel	ins.	—	sol. HCl, $H_4P_2O_6$, $H_2P_2O_6$
pirofosfat	$Ca_2P_2O_7$	254,10	inc.	3,09	1230	—	biaxial	ins.	—	sol. ac.
pirofosfat	$Ca_2P_2P_7 \cdot 5H_2O$	344,18	—	2,25	—	—	mcl. *n* 1,539; 1,545; 1,551	g. sol.	—	ins. NH_4Cl; sol. ac.
fluorofosfat (apatită)	$Ca_5[(PO_4)_3F]$	504,31	—	3,15... 3,27	—	—	prisme hex. br. vd. sau gb.	—	—	—
hipofosfit	$Ca(H_2PO_2)_2$	170,05	alb. cșiu.	—	desc.	—	mcl.	15,4/25	12,5/100	ins. al.
ortofosfit	$2CaHPO_3 \cdot 3H_2O$	294,17	—	—	—	—	—	g. sol.	desc.	sol. NH_4Cl
fosfură	Ca_3P_2	182,19	rș.	$2{,}238^{25}$	> 1600	—	crist.	desc. degajă PH_3	—	ins. al., bz.; et., sol. ac.
fumarat	$CaC_4H_2O_4 \cdot 3H_2O$	208,18	inc.	—	—	—	romb.	2,11/30	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
D-gluconat	$Ca(C_6H_{11}O_7)_2 \cdot H_2O$	448,40	—	—	$-H_2O$, 120	—	pulb. crist., ace	3,3/15	—	g. sol. al.
glicerofosfat	$CaC_3H_5(OH)_2PO_4$	210,14	alb	—	—	—	pulb.crist. higr.	2/25	g. sol.	ins. al.
glicocolat	$(CH_2NHCOO)Ca$	113,13	—	—	—	sol.	crist.	—	—	—
hidroxid	$Ca(OH)_2$	74,09	inc.	2,343	$-H_2O$, 580	desc.	romb. trig.	0,185/0	0,077/100	ins. al.; sol. ac., slție NH_4Cl
hidrură	CaH_2	42,10	alb	1,7	816 în H; desc. aprox. 600	—	pulb. crist.	desc. → $Ca(OH)_2 + H_2O$		desc.ac. nu se cunosc solv.
iodat (lantarit)	$Ca(IO_3)_2$	389,89	—	$4,519^{15}$	desc.	—	tricl.	0,10/0	0,95/100	sol. HNO_3
iodat	$Ca(IO_3)_2 \cdot 6H_2O$	497,98	—	—	desc.	—	romb. *n* 1,686; 1,644; 1,604	0,13/0	1,22/100	sol. HNO_3
iodură	CaI_2	293,89	gălbui-alb	$3,956^{25}$	575	718	pl. delic.	66/10	81/100	sol. al., act., ac.
iodură	$CaI_2 \cdot 6H_2O$	401,98	—	—	42	—	—	757/0	1680/100	sol. al., act., ac.
iodură de etilcalciu	C_2H_5CaI	196,05	—	—	—	—	pulb.am.	desc.	—	—
lactat	$Ca(C_3H_5O_3)_2 \cdot 5H_2O$	308,30	alb	—	$-3H_2O$, 100	—	pulb.	3,1/0	7,9/30	ins. al., et.; g. sol. ac.

laurat	$Ca(C_{12}H_{23}O_2)_2 \cdot H_2O$	456,73	alb	—	182...3	—	ace efl.	0,004/15	0,055/100	0,059/15 1,75/78 al.
linoleat	$Ca(C_{18}H_{31}O_2)_2$	598,97	alb	—	—	—	pulb.am	ins.	—	sol. al., et.
D,L-malat	$CaC_4H_4O_5 \cdot 3H_2O$	226,20	inc.	—	—	—	romb. *n* 1,545; 1,555; 1,575	0,321/0	0,451/37,5	ins. al.
L-malat	$CaC_4H_4O_5 \cdot 2H_2O$	208,18	inc.	—	—	—	—	0,812/0	1,224/37,5	ins. al.
malat (dihidrogen)	$Ca(HC_4H_4O_5)_2 \cdot 6H_2O$	414,33	alb	—	—	—	romb. sau pulb. crist., *n* 1,493; 1,507; 1,545	g. sol.	—	—
maleat	$CaC_4H_2O_4 \cdot H_2O$	172,15	inc.	—	—	—	romb. *n* 1,495; 1,575; 1,640	2,89/25	3,21/40	—
malonat	$CaC_3H_2O_4 \cdot 4H_2O$	214,19	—	—	—	—	—	0,44/0	0,72/100	—
permanganat	$Ca(MnO_4)_2 \cdot 5H_2O$	368,03	purpurii	2,4	desc.	—	pr.	331/14	338/25	sol. NH_4OH
α-metilbutirat (etilmetilacetat)	$Ca(C_5H_9O_2)_2$	242,33	—	—	—	—	—	24,24/0	25,65/70	—
molibdat	$CaMoO_4$	200,02	inc.	4,38...4,53	—	—	tetr. *n* 1,967; 1,978	ins.	—	ins. al., et.; sol. ac.
nitrat	$Ca(NO_3)_2$	164,09	inc.	2,36	561	—	cub. hidr.	102,0/0 341/25	376/100	sol. al., act.
nitrat	$Ca(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	218,14	—	—	51,1	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
nitrat	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	236,15	inc.	1,82	α 42,7 β 39,7	desc. 132	mcl. deliq. n 1,465; 1,498; 1,504	266/0	660/30	sol. al., act.,
nitrit	$Ca(NO_2)_2 \cdot H_2O$	150,11	inc.-gălbui	$2{,}23^{24}$ anh. $2{,}53^{30}$	$-H_2O$, 100	—	hex. deliq.	45,9/0	89,6/91	g. sol.al.
nitrit	$Ca(NO_2)_2 \cdot 4H_2O$	204,15	inc.	$1{,}674^{0}_{0}$	$-2H_2O$, 44	—	—	74,9/0	106/42	sol. al.
nitrură	Ca_3N_2	148,25	br.	$2{,}63^{17}$	900	—	crist.	75,5 desc.	247 desc.	ins. al. abs.; sol. ac. dil.
oleat	$Ca(C_{18}H_{33}O_2)_2$	603,01	alb	—	83...4	—	crist. ceroase	0,04/25	0,03/50	g. sol. et.
oxalat	CaC_2O_4	128,09	inc.	2,24	desc.	—	cub.	0,00067/13	0,0014/95	ins. acet.; sol. ac.
oxalat	$CaC_2O_4 \cdot H_2O$	146,11	inc.	2,2	$-H_2O$, 200	—	—	ins.	ins.	ins. acet.; sol. ac.
oxid (var, calcia)	CaO	56,08	inc.	3,346	2580	2850	cub. n 1,838	0,131/10 desc.	0,07/80 desc.	sol. ac.
peroxid	CaO_2	72,08	alb	—	desc. 275	—	—	g. sol.	—	sol. ac.
peroxid	$CaO_2 \cdot 8H_2O$	216,20	—	—	$-8H_2O$, 100	desc. 275; expl.	tetr., ca perla	g. sol.	desc.	ins. al., et.; sol. ac., săruri de NH_4

palamitat	$Ca(C_{16}H_{31}O_2)_2$	550,93	alb sau gălbui alb	—	—	—	pulb. unsuroasă	0,003/25	—	g. sol. al.; sol. et. 0,008/25
ortoplumbat	Ca_2PbO_4	351,35	rş. br.	5,71	desc.	—	crist.	ins.	desc.	sol. ac.
propionat	$Ca(C_3H_5O_2)_2 \cdot H_2O$	204,24	inc.	—	—	—	pl. mcl.	49,0/0	55,8/100	ins. al.
salicilat	$Ca(C_7H_5O_3)_2 \cdot 2H_2O$	350,34	—	—	—	—	oct.	sol.	sol.	sol. al.
salicilat	$Ca(C_7H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$	368,36	alb				mcl.	2,70/15	44,7/100	sol. al.
seleniat	$CaSeO_4$	183,04	inc.	2,93: ($2H_2O$) 2,68	—	—	($2H_2O$, mcl.)	7,9/6	5,4/67	—
seleniură	CaSe	119,04	—	7,593	—	—	cub. simplu *n* 2,274	—	—	—
metasilicat α (pseudo-wolastonită)	$CaSiO_3$	116,16	inc.	2,905	1540	—	mcl. *n* 1,610; 1,611; 1,664	0,0095/17	—	sol. HCl
metasilicat β (wolastonită)	$CaSiO_3$	116,16	inc.	2,915	tr. 1200	—	mcl. *n* 1,616; 1,629; 1,631	—	—	—
ortosilicat (α)	Ca_2SiO_4 (sau $2CaO \cdot SiO_2$)	172,24	—	—	2130	tr. în β 1456	—	—	—	—
ortosilicat (β) (bellit)	Ca_2SiO_4(sau $2CaO \cdot SiO_2$)	172,24	—	—	—	tr. în γ 675	granule rotunde n_α 1,717; n_γ 1,735	—	—	—
trisilicat (alit)	Ca_3SiO_5 (sau $3CaO \cdot SiO_2$)	228,32	inc.	—	$-CaO$, 1900	—	granule mici n_α 1,718; n_γ 1,724	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ortosilicat de magneziu și-(merwinit)	$Ca_3Mg(SiO_4)_2$	328,72	inc. vd. palid	3,150	—	—	mcl. n 1,708; 1,711; 1,718	—	—	—
metasilicat de magneziu și-(diopsid)	$CaMg(SiO_3)_2$	216,56	alb	3,3	1391	—	mcl.	ins.	ins.	—
siliciură	$CaSi_2$	96,25	—	2,5	—	—	—	inc.	desc.	desc. ac., baze
stearat	$Ca(C_{18}H_{35}O_2)_2$	607,04	—	—	179...80	—	pulb. crist.	0,004/15	—	ins. al., et.
succinat	$CaC_4H_6O_4 \cdot 3H_2O$	212,22	inc.				n 1,460; 1,540; 1,610	0,193/10	0,89/80	—
sulfat (anhidrit	$CaSO_4$	136,14	inc.	2,96	mcl. 1450	tr. în romb. 1193	romb.sau mcl. n 1,569; 1,575; 1,613	0,209/30	0,1619/100	sol. glic. $Na_2S_2O_3$ ac., săruri de NH_4
sulfat (anhidrită solubilă)	$CaSO_4$	136,14	—	2,45	—	—	tricl. ace	—	—	—
sulfat(ghips)	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	172,17	inc.	2,32	$-1^1/_2H_2O$, 128	$-2H_2O$, 163	mcl. n 1,521; 1,523; 1,530	0,241/0	0,222/100	sol. glic. $Na_2S_2O_3$, ac., săruri de NH_4

sulfat	$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$	145,15	alb	—	$-\frac{1}{2}H_2O$, 163	—	pulb.	0,3/20	g. sol.	sol. ac., $Na_2S_2O_3$, săruri de NH_4
sulfat de potasiu și-	$CaK_2(SO_4)_2 \cdot H_2O$	328,42	—	2,60	1004	—	mcl.	0,25	desc.	sol. ac.
sulfit	$CaSO_3 \cdot 2H_2O$	156,17	inc.	—	$-2H_2O$, 100	—	hex.	0,0043/18	0,0011/100	sol. H_2SO_3
bisulfit	$Ca(HSO_3)_2$	202,22	gălbui	—	—	—	liq. miros puternic de SO_2	sol.	—	sol. ac.
sulfură (oldhamit)	CaS	72,14	inc.	$2,18^{15}$	desc.	—	cub. *n* 2,137	0,0121/15 desc.	0,4614/100	desc. ac.
hidrogen sulfură	$Ca(HS)_2 \cdot 6H_2O$	214,32	inc.	—	desc. 15...18	—	pr.	sol.	—	sol. al.
D-tartrat	$CaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$	260,21	—	—	desc.	—	romb. *n* 1,525; 1,535; 1,550	0,0266/0	0,0689/37,5	g. sol. al.
D, L-tartrat	$CaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$	260,21	—	—	$-4H_2O$, 200	—	tricl., pulb. sau ace	0,0032/0	0,0078/37,5	ins. acet. sol. HCl
mesotartrat	$CaC_4H_4O_6 \cdot 3H_2O$	242,20	—	—	$-3H_2O$ <170	—	pr. mcl. sau tricl.	ins.	0,16/100	0,28/18 0,085/100 acet.
telurit	$CaTeO_3$	215,68	alb	—	>960	—	firicele	g. sol.	sol.	sol. ac.
telurură	CaTe	167,68	—	7,593	—	—	cub. simplu *n* 2,51...2,58	—	—	—
tritiocarbonat	$CaCS_3$	148,28	gb.	—	—	—	—	sol.	—	sol. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tiocianat	$Ca(SCN)_2 \cdot 3H_2O$	210,29	alb	—	—	—	crist. deliq.	sol.	sol.	sol. al.
ditionat	$CaS_2O_6 \cdot 4H_2O$	272,27	inc.	2,176	—	—	trig. n 1,5496	16/0	30/30	—
tiosulfat	$CaS_2O_3 \cdot 6H_2O$	260,30	—	1,872	desc.	—	tricl.	100/3	desc.	ins. al.
metatitanat (perovskit)	$CaTiO_3$	135,98	—	4,10	—	—	romb. n_β 2,34	—	—	—
valerat	$Ca(C_5H_9O_2)_2$	242,33	—	—	—	—	—	8,28/0	7,39/100	—
wolframat (scheelită)	$CaWO_4$	287,93	—	6,06	—	—	tetr. inc. sau solzi albi n 1,918; 1,934	0,2	—	ins. al., ac.; sol. NH_4Cl
metawolframat	$Ca_3[H_2W_{12}O_{40}] \cdot 27H_2O$	3454,85	inc.	—	desc.	—	tricl.	—	—	desc. ac.
metazirconat	$CaZrO_3$	179,30	—	4,78	2550	—	mcl.	—	—	—
Carbon $Z = 6$ valență IV	C, amorf	12,011	n.	1,8...2,1	subl. 3652...97	4200	am.	ins.	ins.	ins. ac., baze
	C, grafit	12,011	n.	2,25	subl. 3652...97	4200	hex.	ins.	ins.	ins. ac., baze; sol. Fe liq.
	C, diamant	12,011	inc.	3,51	> 3500	4200	cub. n 2,4173	ins.	ins.	ins. ac., baze
carbonic, acid	H_2CO_3	62,03	—	—	—	—	există numai în soluție	sol.	—	—
cianoauric (III) acid	$HAu(CN)_4 \cdot 3H_2O$	356,33	—	—	50	desc.	pl.	sol.	—	sol. al., et.

cianic și izocianic, acid	HOCN (sau HNCO)	43,03	—	$1{,}140_0^0$	—	—	—	desc.	—	—
cianocobaltic (III), acid	$[H_3Co(CN)_6]_2 \cdot H_2O$	454,16	inc.	—	desc. 100	—	ace deliq.	sol.	—	sol. al., HCl; H_2SO_4 dil., HNO_3 dil.
cianhidric, acid	HCN	27,03	inc.	0,901 g/l; liq. $0{,}699^{20}$, 0,6884	−14	26	liq. sau gaz toxic n^{10} 1,2675 liq.	∞	∞	∞ al.; sol. et.
tetrabromură (tetrabrommetan)	CBr_4	331,65	inc.	3,42	α 48,4 β 90,1	189,5	mcl. pl.	0,024/30	—	sol. al., clf., et.
hexabrometan	C_2Br_6	503,48	—	3,823	148...9 desc.	210	pr. romb. n 1,740 1,847; 1,863	ins.	—	g. sol. al., et.; sol. CS_2
tetrabrometilenă	C_2Br_4	343,66	—	—	57,5	227	—	—	—	—
cianogen (dician)	$(CN)_2$	52,04	inc.	2,335 g/l 0,9577	−27,9	−20,7	gaz, miros pătrunzător foarte toxic	450 cm³/20	—	230 cm³ al; 500 cm³ et.
tetraclorură (tetraclormetan)	CCl_4	153,82	inc.	1,595	−23,0	76,8	liq. n^{15} 1,46305	g. sol.	—	sol. al., bz., clf., et.
tetracloretilenă	C_2Cl_4	165,83	inc.	$1{,}6311_4^{15}$	−22,4	120,8	liq. cu miros de eter n 1,5055	ins.	—	sol. al., et.
hexacloretan	C_2Cl_6	236,74	inc.	2,091	subl. 187	—	romb. tricl. sau cub.	ins.	—	sol. al., et., uleiuri

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tetrafluorură (tetrafluormetan)	CF_4	88,00	inc.	$1{,}96^{-184}$	−184	−128	gaz	g. sol.	—	—
tetraiodură (tetraiodmetan)	CI_4	519,63	rș.	4,32	171 desc.	—	oct.	ins.	desc.	sol. desc. al. c., et., CS_2
oxid	CO	28,01	inc.	$1{,}250^0$ g/l; liq. 0,793	−207	−190 (−192)	gaz toxic, inodor	3,5 cm³/0 20 cm³/20	—	sol. al., acet. bz., Cu_2Cl_2
bioxid (dioxid)	CO_2	44,01	inc.	$1{,}977^0$ g/l; liq. $1{,}101^{-37}$ solid $1{,}56^{-79}$	−56,6 /2,5 atm	−78,5 subl.	gaz sau liq. inodor	171,3 cm³/0 0,348g/0 0,145g/25	90,1 cm³/20 0,097g/40 0,058g/60	31cm³/15 al.; sol. act.
suboxid	CO_2	68,03	inc.	liq. $1{,}114^0$	−111,3	7	gaz sau liq. n^0 1,4538	desc.	—	—
suboxid	C_5O_2	92,05	—	—	—	105	stabil, nu polimerizează	—	—	—
oxibromură (bromură de carbonil)	$COBr_2$	187,83	—	2,44	—	64,5	—	—	—	—
oxiclorură (fosgen, clorură de carbonil)	$COCl_2$	98,92	inc.	1,392	−104	8,3	gaz toxic sau liq. volatil	desc.	—	sol. bz., tol., acet., desc. al., ac.
oxisulfură	COS	60,07	—	2,72 g/l; liq. $1{,}24^{-87}$	−138	−48	gaz	133 cm³/0	40,3 cm³/30	sol. al., baze

siliciură	CSi	40,10	inc. sau n.	3,217	2600 (subl. desc.)	subl. > 2000 desc. 2210	hex. sau cub. *n* 2,654; 2,697	ins.	ins.	ins. al., desc. KOH topit.
disiliciură	CSi_2	68,18	cşiu.	2,5	—	—	crist.	desc.	—	ins. al. et.; sol. HNO_3, H_2SO_4
sulfură	CS_2	76,14	inc.	$-1{,}261^{22}_{20}$	−108,6 C −111	46,3	liq. inflamabil n^{18} 1,62950	0,22/22	0,014/50	sol. al., et.
monosulfură	CS sau $(CS)_x$	44,08	rş.	1,66	desc. 200	—	pulb.	ins.	—	ins. al.; sol. et., CS_2
subsulfură	C_3S_2	100,16	rş.	1,274	−0,5	—	liq.	—	—	—
sulfoselenură	CSeS	123,04	gb.	1,9874	−85	84,5	liq. uleios	ins.	ins.	g. sol. al.; sol. CS_2
sulfotelurură	CSTe	171,68	gb. rş.	$2{,}9^{-50}$	−54	desc. > −54,0	—	—	—	sol. bz., CS_2
Ceriu $Z=58$ valenţă III, IV	Ce	140,12	cşiu.	cub. 3,92 hex. 6,7	804	2900	cub. sau hex. met.	ins.	ins.	ins. al.; sol. ac. dil.
Combinaţiile ceriu III										
acetat	$Ce(C_2H_3O_2)_3$	317,26	inc.	—	308 desc.	—	—	20/15	12/75	—
acetat	$Ce\,(C_2H_3O_2)_3 \cdot 1\,{}^1/_2\,H_2O$	344,28	alb roşietic	—	$-1\,{}^1/_2\,H_2O$, 115	desc.	pulb. crist.	26,5/15	16,2/75	—
benzoat	$Ce\,(C_7H_5O_2)_3 \cdot 3H_2O$	557,52	alb roşietic alb	—	$-3H_2O$, 100	—	pulb.	—	g. sol.	g. sol. al. c.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bromat	$Ce(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	685,98	roșietic alb	—	49	—	hex.	sol.	—	—
carbonat	$Ce_2(CO_3)_3 \cdot 5H_2O$	550,34	alb	—	—	—	prisme micr.	g. sol.	—	sol. ac. dil., $(NH_4)_2CO_3$
cianoplatinat (II)	$Ce_2[Pt(CN)_4]_3 \cdot 18H_2O$	1502,00	gb. albst.	2,657	—	—	mcl.	—	—	—
citrat	$Ce(C_6H_5O_7) \cdot 3^1/_2H_2O$	392,28	alb	—	—	—	pulb.	ins.	—	sol. ac. min. dil.
clorură	$CeCl_3$	246,48	inc.	$3,92^0$	848 (794...812)	desc.	crist. deliq.	100	desc.	30 al., sol. act.
fluorură	CeF_3	197,12	alb	6,16	1324	—	hex.	ins.	—	—
ortofosfat	$CePO_4$	235,09	—	5,22	—	—	mcl. rș. sau romb. gb.	ins.	ins.	ins. al.; sol. ac.
metafosfat	$Ce(PO_3)_3$	377,04	—	3,272	—	—	ace micr.	—	—	ins. ac.
hidroxid	$Ce(OH)_3$	191,14	alb	—	—	—	pp. gelatinos	—	—	ins. baze; sol. ac., $(NH_4)_2CO_3$
hidrură	CeH_3	143,14	albst. închis		arde	—	pulb. am.	desc.	—	—
iodură	$CeI_3 \cdot 9H_2O$	682,97	alb roșietic	—	—	desc. degajă I_2	crist.	sol.	—	sol. al.
molibdat	$Ce_2(MoO_4)_3$	760,05	gb.	4,83	930	—	tetr. n 2,04	—	—	—

nitrat	$Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	434,23	—	—	$-3H_2O$, 150	desc. 200	crist. inc. sau rş. delic.	sol.	sol.	50 al.; sol. act.
oxalat	$Ce_2(C_2O_4)_3 \cdot 9H_2O$	706,41	gb. alb	—	desc.	—	crist.	0,053/25	—	ins. al., et., baze $H_2C_2O_4$; sol. HCl H_2SO_4,
oxiclorură	CeOCl	191,57	purpuriu	—	—	—	foiţe	—	—	sol. ac. dil.
oxid	Ce_2O_3	328,24	cşiu. vd.	6,9...7,0	aprinde 200; 1692	—	pulb.	ins.	ins.	ins. HCl; sol. H_2SO_4
2,4-pentadionat (acetilacetonat)	$Ce(C_5H_7O_2)_3 \cdot 3H_2O$	491,50	gb.	—	131...2	—	pp. crist.	desc.	—	sol. al.
salicilat	$Ce(C_7H_5O_3)_3$	551,47	alb roşietic	—	—	—	pulb.	ins.	—	—
seleniat	$Ce_2(SeO_4)_3$	709,11	—	4,456	—	—	romb.	39,55	2,513/100	—
sulfat	$Ce_2(SO_4)_3$	568,42	—	3,912	—	—	mcl. sau romb. inc.; pulb. vd. higr.	10,1/0	4,06/60 2,25/100	
sulfat	$Ce_2(SO_4)_3 \cdot 4H_2O$	640,49	—	3,22 ($5H_2O$)	—	—	romb. ace asemănătoare cu azbest ($5H_2O$ mcl.)	3,90/50	0,514/100	—
sulfat	$Ce_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	712,55	trandafiriu	$2,886^{17}$	$-8H_2O$, 630	—	tricl. sau mcl. crist. înguste	23,8/0; 12/20	6/50	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfat	$Ce_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	730,56	—	2,831	—	—	hex.crist., ace asemănătoare cu azbest	11,87/15	9,42/30	—
sulfură	Ce_2S_3	376,43	—	$5{,}020^{11}$	desc.	—	crist. rş., pulb. br. închis purpurie	ins.	desc.	sol. ac. dil.
wolframat	$Ce_2(WO_4)_3$	1023,78	gb.	$6{,}77^{16,5}$	1089	—	tetr.	—	—	—
Combinaţiile ceriu IV										
carbură	CeC_2	164,14	rş.	5,23	—	—	hex.	desc.	desc.	sol. ac.
fluorură	$CeF_4 \cdot H_2O$	234,13	alb	—	desc.	—	pulb. am.	ins.	—	sol. ac.
hidroxid	$Ce(OH)_4$	208,15	alb	—	—	—	pp. gelatinos	—	—	ins. baze; sol. ac.
iodat	$Ce(IO_3)_4$	839,73	inc.	—	—	—	—	0,015/20	—	—
nitrat bazic (hidroxi)	$Ce(OH)(NO_3)_3 \cdot 3H_2O$	397,19	rş.	—	—	—	ace lungi	sol.	—	—
oxid (ceria)	CeO_2	172,12	inc.	7,3	2600	—	cub.	ins.	ins.	ins. ac. dil.; sol. H_2SO_4, HNO_3
oxid hidratat	$CeO_2 \cdot xH_2O$	—	gălbui	—	—	—	pp. gelatinos	—	—	ins. baze; g. sol. carbonaţi alcalini; sol. ac.

siliciură	$\mathrm{Ce\,Si_2}$	196,29	—	$5{,}67^{17}$	—	—	—	ins.	—	—
sulfat	$\mathrm{Ce\,(SO_4)_2}$	332,24	gb.închis	$3{,}91^{18}$	—	desc. 195	crist.	hidr.	hidr.	—
sulfat	$\mathrm{Ce\,(SO_4)_2 \cdot 4H_2O}$	404,30	gb. ca sulf	—	—	—	romb.	g. sol., desc.	—	sol. H_2SO_4 dil.
Combinații intermetalice										
tetraborură	$\mathrm{CeB_4}$	183,36	—	5,74	—	—	tetr.	—	—	—
hexaborură	$\mathrm{CeB_6}$	204,99	albst.	—	2190	desc.	cub., met.	ins.	ins.	ins. HCl
Combinații coordonative										
perclorat de hexaantipirin ceriu(III)	$\mathrm{[Ce\,(C_{11}H_{12}\,ON_2)_6]\,(ClO_4)_3}$	1567,86	inc.	—	295...300 desc.	—	hex. crist.	1,08/20	—	—
iodură de hexaantipirin ceriu (III)	$\mathrm{[Ce\,(C_{11}H_{12}N_2O)_6]I_3}$	1650,22	gb.	—	268...70	—	crist. late	15,10/20	—	—
Cesiu $Z = 55$ valență I	Cs	132,905	cșiu alb	1,873	28,5	670	hex. metal ductil	desc	desc.	desc. al.; sol. ac.
acetat	$\mathrm{CsC_2H_3O_2}$	191,95	—	—	194	—	delic.	945,1/—2,5	1345,5/88,5	—
benzoat	$\mathrm{CsC_7H_5O_2}$	254,02	—	—	—	—	—	294,5/0	398,5/100	—
bromat	$\mathrm{CsBrO_3}$	260,81	—	—	—	—	—	4,53/30	—	—
monobromură	CsBr	212,81	inc.	4,44; liq. $3{,}04^{700}$	639	1300	cub. n 1,6984	124,3/25	—	sol. ac.
tribromură	$\mathrm{CsBr_3}$	372,63	—	—	180	—	romb.	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bromodiiodură	CsI_2Br	466,62	—	—	195,5	—	—	260,5/15 desc.	—	sol. al.
dibromoiodură	$CsIBr_2$	419,63	—	—	248	desc. 320	romb.	—	—	—
bromură de mercur (II) și-	$CsBr \cdot 2HgBr_2$	933,63	—	—	—	—	romb.	0,807/17	—	g. sol.al.
carbonat	Cs_2CO_3	325,82	inc.	—	desc. 610	—	crist. delic.	260,5/15	sol.	11/19 al; sol. et.
hidrogen carbonat	$CsHCO_3$	193,92	—	—	$-^1/_2CO_2$ 175	—	romb.	209,3/15	sol.	sol. al.
cianură	CsCN	158,92	inc.	—	—	—	crist.	sol.	—	ins. al.
clorat	$CsClO_3$	216,36	—	3,57	—	—	—	—	37,9/100	sol. al.
perclorat	$CsClO_4$	232,36	inc.	3,327	desc.	—	romb.	0,8/0	30/100	ins. al. abs.
clorură	CsCl	168,36	inc.	3,97	646	1290 subl.	cub. delic. *n* 1,6418	161,7/0 185,7/20	270,5/100	sol. al.
cloroaurat	$CsAuCl_4$	471,68	gb.	—	—	—	mcl.	0,5/10	27,5/100	sol. al.
clorodibromură	$CsBr_2Cl$	328,18	gb.	—	191	—	—	—	—	—
diclorobromură	$CsBrCl_2$	283,72	—	—	205	—	—	—	—	—
clorobromiodură	CsBrCl I	375,17	gb. rș.	—	235	desc. 290	romb.	—	—	—
dicloriodură	$CsICl_2$	330,72	port. deschis	3,86	230	desc. 290	romb.	—	—	—

clorură de mercur (II) şi- :	$CsCl \cdot HgCl_2$	439,85	inc.	—	—	—	cub. sau romb. n 1,792	1,44/17	—	ins. al. abs.
cloroplatinat	Cs_2PtCl_6	673,62	gb.	—	desc.	—	cub.	0,024/0 0,135/20	0,377/100	ins. al.
clorostanat	Cs_2SnCl_6	597,22	alb	3,33	—	—	cub.	—	—	ins. HCl conc.
cromat	Cs_2CrO_4	381,80	gb.	4,237	—	—	α pr.; β romb.	71,4/13	95,5/30	—
fluorogermanat	Cs_2GeF_6	452,39	—	4,10	—	—	cub. oct.	g. sol.	sol.	g. sol.ac.
fluorosilicat	Cs_2SiF_6	407,89	alb	$3{,}372^{17}$	—	—	cub.	60/17	g. sol.	ins. al.
fluorotelurit	$CsTeF_5$	355,48	inc.	—	—	—	ace	desc.	desc.	sol. HF
fluorură	CsF	151,90	inc.	3,586	684	1250	cub.	sol.	—	ins. al.
fluorură cu 1/2 H_2O	$CsF \cdot 1^1/_2H_2O$	178,93	—	—	—	—	—	366,5/18	—	—
formiat	$CsCHO_2$	177,92	—	—	265	—	—	—	2012/95,4	—
formiat cu $1H_2O$	$CsCHO_2 \cdot H_2O$	195,94	—	—	$-H_2O$,41	—	—	369,9/1	—	—
hidrogen ftalat	$CsHC_8H_4O_4$	298,03	—	2,178	—	—	romb.	—	—	—
hidroxid	$CsOH$	149,91	inc. gălbui	3,675	272,3	—	foarte delic.	395,5/15	—	sol. al.
hidrură	CsH	133,91	alb	3,41	desc.	—	crist.	desc.	desc.	desc. ac.
iodat	$CsIO_3$	307,81	alb	4,85	—	—	mcl.	2,6/24	—	—
metaperiodat	$CsIO_4$	323,81	alb	4,259	—	—	romb. pl.	2,15/15	—	—
iodură	CsI	259,81	inc.	4,510	621	1280	cub. n 1,7876	44/0	160/61	sol. al.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
triiodură	CsI_3	513,62	n.	—	207,5	—	romb	g. sol.	—	—
pentaiodură	CsI_5	767,43	n.	—	73	—	tricl.	—	—	—
permanganat	$CsMnO_4$	251,84	—	3,597	desc.	—	—	0,097/1	1,27/59	—
nitrat	$CsNO_3$	194,91	inc.	3,685 liq. $2{,}71^{500}$	414	desc.	hex. sau cub., strălucitor	9,16/0 14,9/10	196,8/100	sol. act.
hidrogen nitrat	$CsNO_3 \cdot HNO_3$	257,92	—	—	100	—	oct.	—	—	—
dihidrogen nitrat	$CsNO_3 \cdot 2HNO_3$	320,94	inc.	—	32...6	—	pl.	—	—	—
nitrit	$CsNO_2$	178,91	gb.	—	—	—	crist.	sol.	sol.	—
oxalat	$Cs_2C_2O_4$	353,82	—	—	—	—	—	282,9/25	—	—
oxid	Cs_2O	281,81	port.rş.	4,36	desc. 360...400	—	—	sol.	desc.	sol. al. abs.
peroxid	Cs_2O_2	297,81	gb. deschis	4,25	400	$-O_2$, 650	ace	sol.	desc.	sol. ac.
superoxid	CsO_2	164,90	gb.	$3{,}77^{19}$	600	desc.	crist.	desc. în $CsOH$	desc.	sol. ac.
trioxid	Cs_2O_3	313,81	br.-ciocolată	$4{,}25_0$	400	—	cub., crist.	desc.	—	sol. ac.
salicilat	$CsC_7H_5O_3$	270,02	—	—	—	—	—	196,2/0	1522/100	—
seleniat de galiu şi-	$CsGa(SeO_4)_2 \cdot 12H_2O$	704,72	inc.	—	—	—	crist.	4,14/25	—	—

sulfat	Cs_2SO_4	361,87	inc.	4,243	1010	tr. în hex. 600	**romb.** sau **hex.** *n* 1,560; 1,564; 1,566	167/0	220/100	ins. al., act.
hidrogen sulfat (acid)	$CsHSO_4$	229,97	inc.	$3,352^{18}$	desc.	—	romb. pr.	sol.	—	—
sulfat de galiu și-	$CsGa(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	610,93	inc.	2,113	—	—	cub. *n* 1,46495	1,51/25	—	0,0035/25 al. 70%
sulfat de rodiu și-	$CsRh(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	644,12	gb.	2,238	110..11	—	oct.	g. sol.	—	—
sulfură	$Cs_2S \cdot 4H_2O$	369,93	alb	—	—		crist. delic.	sol.	sol.	—
disulfură	Cs_2S_2	329,94	rș. închis	—	460	> 800	am. higr.	—	—	—
disulfură cu 1 H_2O	$Cs_2S_2 \cdot H_2O$	347,95	—	—	—	—	tetr.	sol.	—	—
trisulfură	Cs_2S_3	362,00	gb.	—	217	780	foițe	—	—	—
tetrasulfură	Cs_2S_4	394,06	gb.	—	160 desc.	—	—	—	—	—
pentasulfură	Cs_2S_5	426,13	—	$2,806^{16}$	210	—	—	—	—	—
hexasulfură	Cs_2S_6	458,19	rș.br.	—	186	—	—	—	—	—
hidrogen tartrat	$CsHC_4H_4O_6$	281,99	alb	—	—	—	romb. crist.	9,7/25	98/100	—
Clor $Z = 17$ valență I, III,V, VII	Cl_2	70,906	vd. gb.	$3,214^{0}$	-103 ± 5	$-34,6$	gaz sau liq. sau romb. crist.; gaz *n* 1,000768; liq. *n* 1,367	310 cm³/10 1,46 g/0	177 cm³/30 0,57g/30	sol. baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clor cu $8H_2O$	$Cl_2 \cdot 8H_2O$	215,03	gb.	1,23	desc. 9,6	—	romb.	ins.	—	sol. baze
clorhidric, acid	HCl	36,46	inc.	$1{,}639^{0}$ g/l; liq. $1{,}194^{-86}$	-112	$-83{,}7$	gaz sau liq. fumegător toxic; n 1,256 liq.	82,3/30	56,1/60	327 cm³ al.; sol. et., bz.
clorhidric acid, (azeotrop)	$HCl(20{,}24\%) + H_2O$	—	inc.	—	—	110	liq.	—	—	—
clorhidric, acid cu $1H_2O$	$HCl \cdot H_2O$	54,48	inc.	1,48	$-15{,}35$	—	liq.	∞	∞	sol. al.
clorhidric, acid cu $2H_2O$	$HCl \cdot 2H_2O$	72,49	inc.	liq. $1{,}46^{18,3}$	$-17{,}7$	desc.	liq.	∞	—	sol. al.
clorhidric, acid cu $3H_2O$	$HCl \cdot 3H_2O$	90,51	inc.	—	$-24{,}4$	desc.	liq.	∞	—	sol. al.
cloric, acid	$HClO_3 \cdot 7H_2O$	210,57	inc.	$1{,}282^{14,2}$	<-20	desc. 40	cunoscut numai în soluții	sol.	—	—
percloric, acid	$HClO_4$	100,46	inc.	$1{,}764^{22}$	-112	39^{56}	liq. nestabil	—	—	—
percloric, acid cu $1H_2O$ (perclorat de oxoniu)	$HClO_4 \cdot H_2O$ sau $[H_3O]^+ \cdot [ClO_4]^-$	118,47	—	1,88; liq. $1{,}776^{50}$	50	expl. 110	ace, destul de stabil	sol.	sol.	—
percloric, acid cu $2H_2O$	$HClO_4 \cdot 2H_2O$	136,49	—	1,65	$-17{,}8$	200	liq. stabil	sol.	sol.	sol. al.

cloroauric, acid	$HAuCl_4 \cdot 4H_2O$	411,85	gb.	—	desc.	—	ace delic.	sol.	sol.	sol. al., et.
cloroplatinic, acid	$H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$	517,92	rş. br.	2,431	60	—	pr. delic.	sol.	sol.	sol. al., et.
clorostanic, acid	$H_2SnCl_6 \cdot 6H_2O$	441,52	inc.	1,93	9	—	foițe	sol.	—	—
clorsulfonic, acid	$ClSO_3H$	116,52	inc.	$1{,}766^{18}$	−80	158	liq. fumegă n^{14} 1,437	desc. în HCl + H_2SO_4		ins. CS_2; desc. al., ac.
monofluorură	ClF	54,45	aproape inc.	$1{,}62^{-100}$	−154± ±0,5	−100,8	gaz	desc.	desc.	—
trifluorură	ClF_3	92,45	inc.	$1{,}77^{13}$	−83	11,3	gaz	desc.	desc.	—
monoxid	Cl_2O	86,91	—	$3{,}89^{0}$ g/l	−20	3,8/766 expl.	gaz gb. rş. sau liq. rş. br.	200 cm^3	desc. în HOCl	sol. baze, H_2SO_4; expl. cu compuși de C
bioxid	ClO_2	67,45	—	$3{,}09^{11}$ g/l	−59	9,9/731 expl. 100	gaz rş. gb. sau crist. port.rş. expl.	2000cm^3/4	desc. în $HClO_3$ + + Cl_2 + + O_2	sol. baze H_2SO_4; expl. cu compuși de C
tetroxid	ClO_4 sau Cl_2O_8	99,45	—	—	—	desc.	—	sol.desc.	—	sol. bz.
heptoxid	Cl_2O_7	182,90	inc.	—	−91,5	82	ulei	sol. desc.	—	sol. bz.
Cobalt $Z=27$ valență II, III, IV	Co	58,93	argintiu cşiu.	8,9	1495	2900	cub. met.	ins.	ins.	sol. ac.
Combinațiile cobalt II										
acetat	$Co(C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$	249,08	rş.v.	$1{,}705^{19}$	—	−$4H_2O$, 140	mcl. delic.	sol.	sol.	sol. al., ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
aluminat (albastru lui Thennard)	$CoAl_2O_4$	176,89	albst.	—	—	—	cub.	ins.	ins.	ins. ac.
ortoarseniat (eritrit)	$Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	598,76	v. rş.	2,948	desc.	—	mcl. *n* 1,626; 1,661; 1,699	ins.	ins.	sol. ac. dil., NH_4OH
benzoat	$Co(C_7H_5O_2)_2 \cdot 4H_2O$	373,23	cşiu. rş.	—	$-4H_2O$, 115	—	foiţe	sol.	—	—
bromat	$Co(BrO_3)_2 \cdot 6H_2O$	422,84	rş.	—	—	—	oct.	45,5/17	—	sol. NH_4OH
bromoplatinat	$CoPtBr_6 \cdot 12H_2O$	949,66	—	2,762	—	—	trig.	—	—	—
bromură	$CoBr_2$	218,75	vd.	$4{,}909^{25}$	desc.	—	crist. delic.	66,7/59	68,1/97	77,1/20 al.; sol. et.
bromură	$CoBr_2 \cdot 6H_2O$	326,84	rş. v.	2,46	47...8, $-4H_2O$, 100	$-6H_2O$, 130	pr.	sol. colorație rş.	153,2/97	sol. al. colorație albst., et ac.
carbonat (sferocobalit)	$CoCO_3$	118,94	rş.	4,13	desc.	—	trig. *n* 1,855; 1,60	ins.	ins.	ins. NH_3; sol. ac.
carbonat bazic	$2CoCO_3 \cdot 3Co(OH)_2 \cdot H_2O$	534,74	v. rş.	—	—	—	pr.	ins.	desc.	sol. ac., $(NH_4)_2CO_3$
cianură	$Co(CN)_2 \cdot 2H_2O$	147,00	—	anh. $1{,}872^{25}$	$-2H_2O$, 280	—	anh. pulb. albst. v.	ins.	—	sol. HCl KCN, NH_4OH

cianură	$Co(CN)_2 \cdot 3H_2O$	165,01	rş. cşiu.	—	$-3H_2O$, 250	—	pulb. am.	ins.	—	sol. soluţie KCN
citrat	$Co_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 2H_2O$	591,04	roz rş.	—	$-2H_2O$ 150	—	—	0,8	—	—
clorat	$Co(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$	333,93	rş.	1,92	61	desc. 100	cub. delic.	558,3/0	sol.	sol. al.
perclorat	$Co(ClO_4)_2$	257,83	rş.	3,327	—	—	ace	100/0	115/45	sol. al., act.
perclorat	$Co(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$	365,93	rş.	—	143 ($5H_2O$)	—	hex., *n* 1,55	$5H_2O$; 100/0	115/45	sol. al., act.
cloroplatinat	$CoPtCl_6 \cdot 6H_2O$	574,83	—	2,699	desc.	—	trig.	—	—	—
clorostanat	$CoSnCl_6 \cdot 6H_2O$	498,43	—	—	desc. 100	—	romb. sau trig.	—	—	—
clorură	$CoCl_2$	129,84	albst.	3,356	subl.	1049	crist.	45/7	105/96	54,4 al., 8,6 act., 38,5 CH_3OH
clorură	$CoCl_2 \cdot 2H_2O$	165,85	—	$2,477^{25}_{25}$	—	—	—	—	—	—
clorură	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	237,93	rş.	$1,924^{25}_{25}$	86	$-6H_2O$, 110	mcl.	76,7/0 (rş.); 49,9/20	190,7/100	sol. al. coloraţie albst., act., 0,29 et.
clorura de hexametilen tetramină cobalt (II)	$CoCl_2C_6H_{12}N_4$	270,03	albst. ultramarin	—	—	—	—	sol.	—	—
cromat	$CoCrO_4$	174,93	cşiu. n.	—	desc.	—	crist.	ins.	—	sol. ac., NH_4OH

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fericianură	$Co_3[Fe(CN)_6]_2$	600,71	rş.	—	—	—	ace	ins.	—	ins. HCl; sol. NH_4OH
ferocianură	$Co_2Fe(CN)_6 \cdot xH_2O$	—	cşiu. vd.					ins.	—	ins. HCl; sol. KCN
fluorogalat	$[Co(H_2O)_6]$ $[GaF_5 \cdot H_2O]$	349,65	rş. tranda-firiu	2,35	$-5H_2O$, 110	—	mcl. crist. *n* 1,45	g. sol.	—	desc. ac.
clorură de dimetilglioximă cobalt (II)	$(C_4H_8O_2N_2)_2CoCl_2$	361,07	vd. deschis	—	—	—	crist.	sol.	—	sol. al.
fluorură	$CoF_2 \cdot 2H_2O$	132,96	roz rş.	4,46	—	—	mcl.	sol.	desc.	sol. HF
fluorură	$CoF_2 \cdot 4H_2O$	168,99	—	$2,192^{25}$	—	—	α romb. oct.; β pulb. crist.	—	—	—
fluorosilicat	$CoSiF_6 \cdot 6H_2O$	309,10	tranda-firiu	$2,113^{19}$	—	—	trig. *n* 1,382; 1,387	118,1/21,5	sol.	—
formiat	$Co(CHO_2)_2 \cdot 2H_2O$	185,00	rş.	$2,129^{22}$	$-2H_2O$, 140	anh. desc. 175	crist.	5,03/20	—	—
ortofosfat	$Co_3(PO_4)_2$	366,74	rş.	$2,587^{25}$	—	—	crist.	ins.	ins.	sol. H_3PO_4, NH_4OH
ortofosfat	$Co_3(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$	402,77	tranda-firiu	—	—	—	pulb.	ins.	—	sol. H_3PO_4

ortofosfat	$Co_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	510,86	rș.	$2,769^{25}$	$-8H_2O$, 200	—	pulb.	g. sol.	—	ins. al.; sol. H_3PO_4, ac. min.
hidroxid	$Co(OH)_2$	92,95	roz rș.	$3,597^{15}$	desc.	—	romb.	0,00032	—	ins. baze; sol. ac., săruri de NH_4
hidroxi-2-naftochinonat de cobalt(II)	$Co(C_{10}H_5O_3)_2$	405,23	rș.	—	desc. 210...15	—	—	—	—	—
iodat	$Co(IO_3)_2$	408,74	albst. v.	$5,008^{18}$	—	—	ace	0,4/15	1,33/100	sol HCl, HNO_3
iodat	$Co(IO_3)_2 \cdot 6H_2O$	516,83	rș.	$3,689^{21}$	61 desc.; $-4H_2O$, 135	—	oct.	sol.	—	—
iodoplatinat	$CoPtI_6 \cdot 9H_2O$	1177,59	—	3,618	—	—	trig.	—	—	—
iodură, α	CoI_2	312,74	n.	5,68	—	—	hex., stabilă	159/9	420/100	sol. al., act.
iodură, β	CoI_2	312,74	gb.	$5,45^{25}$	—	—	ace, nestabilă,	—	—	—
iodură	$CoI_2 \cdot 2H_2O$	348,77	vd.	—	—	—	deliq.	376,2/46	sol.	—
iodură	$CoI_2 \cdot 6H_2O$	420,83	br. rș.	2,90	$-6H_2O$, 130	—	hex.	sol.	sol.	sol. al., et., clf.
linoleat	$Co(C_{18}H_{31}O_2)_2$	617,83	br.	—	—	—	am.	ins.	—	sol. al., act., et.
nitrat	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	291,04	rș.	1,87	< 100	$-3H_2O$, 55	mcl. deliq.	133,8/0	sol.	g. sol. NH_3; sol. act. 100/12,5 al.,

7.2. (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oleat	$Co(C_{18}H_{33}O_2)_2$	621,86	br.	—	—	—	pulb. am.	ins.	—	sol. al., bz., et., uleiuri
oxalat	CoC_2O_4	146,94	rş. alb	$3,021^{25}$	—	—	—	ins.	—	sol. ac., NH_4OH
oxid	CoO	74,93	vd. br.	5,7...6,7	1800 desc.	—	cub.	ins.	ins.	ins. al., NH_4OH; sol. ac.
palmitat	$Co(C_{16}H_{31}O_2)_2$	569,78	—	—	70,5	—	—	—	—	ins. CH_3OH, al., act.; g. sol. et.; sol. CCl_4, py.; CS_2c.,
propionat	$Co(C_3H_5O_2)_2 \cdot 3H_2O$	259,12	rş. închis	—	aprox. 250	—	crist.	anh. 33,5/11	—	sol. al.
perrenat	$Co(ReO_4)_2 \cdot 5H_2O$	649,41	trandafiriu închis	—	desc.	—	—	desc.	—	—
seleniat	$CoSeO_4 \cdot 5H_2O$	291,97	rş. rubin	2,512	desc.	—	tricl.	sol.	—	—
seleniat	$CoSeO_4 \cdot 7H_2O$	328,00	—	2,135	—	—	mcl.	—	—	—
ortosilicat	Co_2SiO_4	209,95	v.	4,63	—	—	crist.	ins.	—	sol. HCl dil.
sulfat	$CoSO_4$	154,99	rş.	$3,71_{25}^{25}$	989	—	pulb. hex. oct.	36,2/20	83/100	ins. NH; sol. al.$_3$ 1,04/18, CH_3OH

sulfat	$CoSO_4 \cdot H_2O$	173,01	rș.	$3{,}075^{25}$	desc.	—	crist.	sol	sol.	—
sulfat	$CoSO_4 \cdot 6H_2O$	263,09	rș.	$2{,}019^{15}_{15}$	—	—	mcl.	—	—	—
sulfat (bieberit)	$CoSO_4 \cdot 7H_2O$	281,10	rș. trandafiriu	$1{,}948^{25}_{25}$	96,8	$-7H_2O$, 420	mcl. *n* 1,477; 1,483; 1,489	60,4/3	67/70	sol. CH_3OH, 2,5/3 al.
sulfit	$CoSO_3 \cdot 5H_2O$	229,07	rș.	—	—	—	—	ins.	—	sol. H_2SO_3
sulfură	CoS	91,00	roșietic, argintiu alb	5,45	1116	—	oct.	$0{,}00038^{1}/8$	—	sol. al., ac.
tartrat	$CoC_4H_4O_6$	207,01	roșietic	—	—	—	mcl.	g. sol.	—	sol. ac. dil.
tiocianat (rodanură)	$Co(SCN)_2 \cdot 3H_2O$	229,14	v.	—	$-3H_2O$, 105	—	romb.	sol.	—	—
wolframat	$CoWO_4$	306,78	albst. vd.	8,42	—	—	mcl.	ins.	—	g. sol. ac. dil. r.; sol. ac. conc. c.
Combinațiile cobalt (III)										
acetat	$Co(C_2H_3O_2)_3$	236,07	vd.	—	—	—	oct.	hidr. ușor		sol. acet., ac.
clorură	$CoCl_3$	165,29	rș.	2,94	subl.	—	crist.	sol.	sol.	—
fluorură	CoF_3(sau Co_2F_6)	115,93	br.	3,88	—	—	hex.	desc. in $Co(OH)_3$	—	—
fluorură	$CoF_3 \cdot 3^1/_2H_2O$ (sau $Co_2F_6 \cdot 7H_2O$)	178,98	vd.	$2{,}314^{25}$	—	—	pulb.	—	—	—
hidroxid	$Co(OH)_3$(sau $Co_2O_3 \cdot 3H_2O$)	109,96	n. br.	—	desc.	$-1^1/_2H_2O$ 100	pulb.	0,00032	—	ins. al.; sol. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oxid	Co_2O_3	165,86	n. cșiu.	5,18	desc. 895	—	pulb.	ins.	ins.	ins. al.; sol. ac.
oxid	Co_3O_4	240,80	n.	6,07	—	—	cub.	ins.	ins.	ins. HCl, HNO_3 aq. reg.; sol. H_2SO_4
sulfat	$Co_2(SO_4)_3$	406,05	albst.	—	—	—	pulb. crist.	sol. desc,	—	sol. H_2SO_4
sulfat	$Co_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	730,33	albst.	—	—	—	acc	sol. desc	—	ins. py; sol. H_2SO_4
sulfură	Co_2S_3	214,06	albst.	4,8	—	—	crist.	ins.	—	desc. ac.
disulfură	CoS_2	123,06	n.	4,269	—	—	cub.	ins.	—	sol. HNO_3, aq. reg.
tetrasulfură	Co_3S_4	305,06	cșiu. închis	4,85	—	—	cub.	—	—	—
ortotitanat	Co_2TiO_4	229,76	verzui n.	5,07...5,12	—	—	cub.	—	—	g. sol. HCl. dil. sol. HCl. conc.
Combinații intermetalice										
arseniură (smaltină)	$CoAs_2$	208,78	cșiu.	6,22...6,97	desc. >400	—	cub. sau pulb.	—	—	—
borură	CoB	69,74	—	$7,25^{18}$	—	—	prisme	desc.	desc.	sol. HNO_3

fosfură	Co_2P	148,84	cșiu.	$6,4^{15}$	1386	—	ace mărunte	ins.	ins.	sol. HNO_3
sulfoarseniură (cobaltină)	CoAsS	165,92	cșiu. rș.	6,2...6,3	desc.	—	—	—	—	—
seleniură	CoSe	137,89	gb.	7,65	roșu	—	hex.	—	—	—
siliciură	Co_2Si	145,95	cșiu.	7,28	1327	—	crist.	—	—	desc. ac.
siliciură	CoSi	87,02	—	$6,30^{20}$	1395	—	romb.	—	—	—
siliciură	$CoSi_2$	115,11	albst. închis	5,3	1277	—	cub.	—	—	—
Combinații coordinative										
clorură de diamino-cobalt (II)(α)	$CoCl_2 \cdot 2NH_3$	163,90	roz.	2,097	273	—	—	—	—	—
clorură de diamino-cobalt (II)	$CoCl_2 \cdot 2NH_3$	163,90	albst. v.	2,073	210 → forma α	—	—	—	—	—
clorură de hexamino-cobalt (II)	$[(Co(NH_3)_6]Cl_2$	232,02	roz rș.	1,497	—	—	oct.	—	—	ins. al.; sol. NH_4OH
clorură de hexamino-cobalt (III) *(luteo)*	$Co(NH_3)_6Cl_3$	267,48	port.	1,702	—	—	mcl.	4,26/0	12,74/46,5	ins. al., NH_4OH; sol. HCl conc.
clorură de pentamino-clor cobalt (III) *(purpureo)*	$[Co(NH_3)_5Cl_2]Cl_2$	250,45	rș. închis v.	$1,819^{25}$	desc.	—	romb.	0,232/0 0,4/25	1,031/46,6	ins. al.; sol. H_2SO_4 conc.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clorură de aquo pentamino cobalt (III) *(ruseo)*	$[Co(NH_3)_5H_2O]Cl_3$	268,46	rș. cărămiziu	$1,7^{25}$	desc. 100	—	crist.	16,12/0; 24,87/25	24,87/16	ins. al.; g. sol. HCl.
cis-clorură de aquo tetraminoclor-cobalt (III)	$[Co(NH_3)_4(H_2O)Cl]Cl_2$	251,43	v.	1,847	desc.	—	romb.	1,4/0	—	ins. al.; sol. ac.
perrenat de hexamino cobalt(III)	$[Co(NH_3)_6](ReO_4)_3 \cdot 2H_2O$	947,74	port. gb.	$3,329^{23}$	—	—	pr., birefringent	0,0469	—	—
Combinații carbonilice										
hidrogen-carbonil	$CoH(CO)_4$	171,98	gb. deschis	—	−26,2	—	liq.	—	—	—
tricarbonil	$[(Co(CO)_3]_4$ [sau $Co_4(CO)_{12}$]	571,86	n.	—	—	—	crist.	g. sol.	—	desc. cu Br
tetracarbonil	$[Co(CO)_4]_2$ [sau $Co_2(CO)_8$]	341,95	—	$1,73^{18}$	51	desc. 52	crist. port. sau microcrist. br. închis	ins.	ins.	sol. al., et., CS_2
Crom *Z* = 24 valență II, III, VI	Cr.	51,996	cșiu.	$7,29^{28}$	1890	2480	cub. met.	ins.	ins.	ins. HNO_3; sol. HCl, H_2SO_4 dil.
Combinațiile crom (II)										
acetat	$Cr(C_2H_3O_2)_2$	170,09	rș.	—	—	—	crist.	g. sol.	sol.	g. sol. al.

bromură	$CrBr_2$	211,81	alb	4,356	842	—	crist.	—	—	sol. al.
carbonat	$CrCO_3$	112,01	cșiu. albst.	—	—	—	am.	g. sol.	—	ins. al., et.; sol. ac. min.
clorură	$CrCl_2$	122,90	alb	2,75	824	—	ace delic.	sol.	sol.	ins. et.; g. sol. al.
fluorură	CrF_2	89,99	vd.	4,11	1100	> 1300	crist.	g. sol.	—	ins. al.; sol. HCl cald
hidroxid	$Cr(OH)_2$	86,01	gb. br.	—	—	—	—	desc.	—	sol. ac.
iodură	CrI_2	305,80	cșiu.	5,196	—	—	pulb.	sol.	—	—
oxalat	$CrC_2O_4 \cdot H_2O$	158,02	gb.	—	—	—	pulb. crist.	—	sol.	—
oxid	CrO	68,00	n.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. HNO_3 dil.
sulfat	$CrSO_4 \cdot 7H_2O$	274,16	albst.	—	—	—	crist.	12,35/0	—	g. sol.al
sulfură	CrS	84,06	n.	4,1	—	—	pulb.	ins.	—	sol. al.
Combinațiile crom (III)										
acetat	$Cr(C_2H_3O_2)_3 \cdot H_2O$	247,15		—	—	—	pulb. cșiu. vd. sau masă păstoasă albst. vd.	sol.	—	ins. al.
arseniură	$CrAs$	126,92	cșiu.	$6,35^{16}$	—	—	hex.	ins.	ins.	ins. al.
borură	CrB	62,81	argintiu	6,17	2760(?)	—	ortoromb.	ins.	ins.	sol. Na_2O_2 topit

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bromură [1]	$CrBr_3$	291,72	vd. măsliniu	4,250	—	subl.	hex.	1) 200 2) ins.	— ins.	sol. al.; desc. baze
bromură	$CrBr_3 \cdot 6H_2O$	399,82	vd.	$5,4^{17}$	—	—	hex. pl. delic.	200	—	ins. et.; sol. al., Na_2O_2 topit.
clorură [1]	$CrCl_3$	158,36	—	$2,76^{15}$	aprox. 1150	1300 subl.	pl. v. sau crist. delic	1) ins. 2) 233/25	ins. sol.	ins. al., act., CS_2 ac.
clorură (clorura lui Recuora)	$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$	266,45	v.	2,76	95	—	mcl. sau romb.	58,7/25	sol.	ins. et.; sol. al.
clorură (clorura lui Bjerrun)	$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O$	266,45	vd.	$2,760^{25}$	—	—	pulb. crist. higr.	—	—	—
clorură	$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl \cdot 2H_2O$	266,45	vd.	2,76	83	—	romb. higr. gust dulce	58,5/25	sol.	ins. et.; sol. al.
clorură	$CrCl_3 \cdot 10H_2O$	338,51	vd.	—	—	—	pulb. crist.	sol.	—	sol. al.
fluorură	CrF_3	108,99	vd.	3,8	> 1000	subl.	romb.	ins.	—	ins. al., NH_3; g. sol. ac.
fluorură	$CrF_3 \cdot 4H_2O$	181,05	vd.	3,78	—	—	cub. oct.	44,8%/25	sol.	ins. al., NH_3; sol. ac.

[1] Bromura, clorura și sulfatul de Cr(III) se prezintă sub două forme: solubilă și insolubilă.

fluorură	$CrF_3 \cdot 3H_2O$	163,04	vd.	—	—	—	—	2,63%	3,46%	ins. al.; sol. ac., HCl, KOH
fluorosilicat de hexaureea crom (III)	$[Cr(CON_2H_4)_6]_2 \cdot$ $\cdot [SiF_6]_3 \cdot 3H_2O$	1304,94	vd.	—	—	—	—	0,522/20	—	ins. al.
ortofosfat	$Cr(PO_4) \cdot 2H_2O$	183,00	v.	$2,42^{32,5}$	—	—	crist.	g. sol.	—	ins. acet.; sol. ac., baze
ortofosfat	$Cr(PO_4) \cdot 4H_2O$	219,03	vd.	$2,10^{32,5}$	—	—	crist.	g. sol.	—	sol. ac.
ortofosfat	$Cr(PO_4) \cdot 6H_2O$	255,06	v.	2,121	$-3^1/_2H_2O$ 100	—	tricl. n 1,568; 1,591; 1,599;	g. sol.	—	ins. acet.; sol. ac., baze
fosfura	CrP	82,97	cșiu.n.	$5,7^{15}$	—	—	crist.	ins.	—	ins. ac.; sol. HF, HNO_3
hidroxid	$Cr(OH)_3$	103,02	v.	—	—	—	am.	ins.	ins.	g. sol. NH_4OH; sol. ac., baze
nitrat	$Cr(NO_3)_3 \cdot 7^1/_2H_2O$	373,13	br.	—	100	—	mcl.	sol.	sol.	—
nitrat	$Cr(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	400,15	purpuriu	—	37	desc. 125,5	mcl.	sol.	sol.	sol. al., act., ac., baze
nitrură	CrN	66,00	—	5,9	desc. 1770	—	cub. sau am.	ins.	ins.	g. sol. aq. reg.
oxid	Cr_2O_3	151,99	vd.	5,21	1990	—	hex.	ins.	ins.	ins. al., ac., baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oxid hidratat	$Cr_2O_3 \cdot xH_2O$	—	—	—	—	—	gel albst. cşiu. vd. sau am. v.	ins.	ins.	g. sol. NH_4OH; sol. ac., baze
bioxid	CrO_2	83,99	br. n	—	—O,300	—	pulb.	ins.	—	sol. HNO_3
oxiclorură	CrO_2Cl_2	154,90	rş. închis	1,911	—96,5	117	liq.	desc.	desc.	desc. al. sol. et., acet.
2,4-pentandionat (acetilacetonat)	$Cr(C_5H_7O_2)_3$	349,33	—	—	216	340	—	ins.	—	sol. solv. org. exceptînd lig.
perrenat de hexaureea crom (III)	$[Cr(CON_2H_4)_6](ReO_4)_3$	1162,92	vd.	$2,652^{25}_{4}$	—	—	ace	1,786	—	0,667 al.
sulfat 1)	$Cr_2(SO_4)_3$	392,18	v. sau rş.	3,012	—	—	pulb.	1) ins. 2) sol.	—	ins. ac.; g. sol. al.
sulfat	$Cr_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O$	482,25	vd.	—	—	—	am.	sol.	—	sol. al., H_2SO_4
sulfat	$Cr_2(SO_4)_3 \cdot 15H_2O$	662,41	v.	$1,867^{17}$	100	$-10H_2O$, 100	am. solzi,	sol.	sol., desc.67	ins. al.
sulfat	$Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	716,45	albst. v.	$1,7^{22}$	$-12H_2O$, 100	—	cub. oct.	120/20	desc.	sol. al.
sulfit	$Cr_2(SO_3)_3$	344,18	verzui alb	2,2	desc.	—	—	—	—	—
sulfură	Cr_2S_3	200,18	br. n.	$3,77^{19}$	—	—	pulb.	ins. desc.	desc.	desc.al.; sol. HNO_3

---

1) Vezi nota de la pag. 856.

sulfură	Cr_3S_4	284,24	cșiu. n.	—	—	—	ins.	—	—	ins. HCl; sol. HNO_3
Combinațiile crom VI										
trioxid (anhidridă cromică)	CrO_3	99,99	rș.	2,70	196	desc.	romb. delic.	166/15	206,7/100	sol. al., et., H_2SO_4
Combinații carbonilice										
carbonil	$Cr(CO)_6$	220,06	inc	1,77	subl. la temp. camerei, sinterizează 90	desc. 130; expl. 210	or.	—	—	ins. al., et., bz. acet.; g. sol. CCl_4, clf.
Combinații intermetalice										
carbură	Cr_3C_2	180,01	cșiu.	6,68	1890	3800	crist.	ins.	ins.	sol. HCl dil.
carbură	Cr_5C_2	284,00	argintiu	6,915^{25}	1665	—	crist.	—	—	—
siliciură	Cr_3Si_2	212,16	—	5,5	—	—	tetr. pr.	ins.	ins.	ins. HNO_3, H_2SO_4; sol. HF, HCl
Combinații coordinative										
clorură pentaminoclorocromică	$[Cr(NH_3)_5Cl]Cl_2$	243,51	rș.	1,696	—	—	oct.	0,65/16	—	ins. HCl.
clorură hexaminocromică	$[Cr(NH_3)_6]Cl_3 \cdot H_2O$	278,55	gb.	1,585	—	—	crist.	sol.	—	—
Cupru Z = 29 valență I, II	Cu	63,54	rș.	8,92	1083	2336	cub met.	ins.	ins.	g. sol. HCl, NH_4OH; sol. H_2SO_4 cald, HNO_3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Combinațiile	*cupru (I)*									
acetilură	Cu_2C_2	151,10	rș.	—	expl.	—	am. expl.	g. sol.	—	sol. ac., KCN
antimoniură (stibiură)	Cu_3Sb	312,37	cșiu.	8,51	687	—	—	—	—	—
arseniură (domeikit)	Cu_3As	265,54	—	8,0	830	—	hex.	—	—	—
diazoamino-benzen	$CuN_3(C_6H_5)_2$	259,77	port.	—	desc. 270	—	crist.	ins.	—	ins. al., lig., sol. bz.
bromură	$Cu Br$ (sau Cu_2Br_2)	143,45	alb	4,718	504	1345	cub. tetrdr.	g. sol.	desc.	ins. act., sol. HCl, HBr, HNO_3, NH_4OH
carbonat	Cu_2CO_3	187,09	gb.	4,40	desc.	—	existență probabilă	ins.	ins.	sol. ac., NH_4OH
cianură	$CuCN$	89,56	alb	2,92	473 în N_2	desc.	mcl. pr.	ins.	ins.	g. sol. NH_3; sol. HCl, KCN, NH_4OH
clorură (nantokit)	$CuCl$ (sau Cu_2Cl_2)	98,99	alb	3,53	422	1366	cub. n 1,93	0,0062	—	sol. HCl, NH_4OH
fericianură	$Cu_3Fe(CN)_6$	402,57	br.-rș.	—	—	—	—	—	—	ins. HCl; sol. NH_4OH

ferocianură	$Cu_4Fe(CN)_6$	466,11	br. roșietic		—	—	—	ins.	—	ins. NH_4Cl; sol. NH_4OH
fluorogalat	$[Cu(H_2O)_6[GaF_5\cdot H_2O]$	354,36	albst. deschis	2,20	$-5H_2O$, 110	—	mcl. (?) *n* 1,45	g. sol.	—	sol. HF
fluorură	CuF (sau Cu_2F_2)	82,54	rș.	—	908	subl.1100	crist.	ins.	—	ins. al.; sol. HCl, HF HNO_3
fluorosilicat.	Cu_2SiF_6	269,16	rș.	—	—	desc. in SiF_4	pulb.	—	desc. 100	—
fosfură	Cu_3P	221,59	cșiu n.	6,4...6,8	—	—	—	ins.	—	ins. HCl; sol. HNO_3
hidroxid	Cu OH	80,55	gb.	3,37	$-1/2$ H_2O, 360	—	existență probabilă	ins.	ins.	sol. ac.; NH_4OH
hidrură	CuH (sau Cu_2H_2)	64,55	rș. br.	6,29 (6,38)	ușor desc. 25	—	existență probabilă hex.	ins.	desc.	sol. desc. HCl
iodură (marshit)	CuI (sau Cu_2I_2)	190,44	alb	5,62	605	1290	cub.	0,0008/18	—	ins. al., ac.; sol. KI, KCN NH_4OH
nitrură (azotură)	Cu_3N	204,63	cșiu. închis	—	desc. 300	—	pulb.	desc.	—	desc. ac.
suboxid	Cu_4O	270,16	vd. măsliniu	—	desc.	—	existență probabilă	ins.	—	desc. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oxid (cuprit)	Cu_2O	143,08	rş.	6,0	1235	−0,1800	oct., cub.	ins.	ins.	ins. al; g. sol. HNO_3; sol. HCl, NH_4Cl, NH_4OH
seleniură	Cu_2Se	206,04	n.	$6,749^{30}_{4}$	1113	—	cub.	—	—	desc. HCl
sulfat	Cu_2SO_4	223,14	cşiu.	—	+0, 200	—	pulb.	desc.	—	sol. acet. glacial, ac., HCl conc., NH_3
sulfit	$Cu_2SO_3 \cdot H_2O$	225,16	rş.	$4,46^{15}$	—	—	pr.	—	—	—
sulfit	$Cu_2SO_3 \cdot H_2O$	225,16	alb	$3,83^{15}$	desc.	—	hex.	g. sol.	—	ins. al., et.; sol. HCl, NH_4OH
sulfură (chalcocit)	Cu_2S	159,14	n.	5,6	1100	—	romb	1×10^{-4}	—	ins. act.; sol. HNO_3, NH_4OH
sulfură	Cu_2S	159,14	n.	5,78	1130	—	cub.	1×10^{-4}	—	ins. act. sol. HNO_3, NH_4OH
tiocianat	CuSCN	121,62	alb	2,843	1084	—	—	0,005/18	—	ins. al., sol. ac. conc., NH_4OH, et.

Combinațiile cupru (II)

acetat	Cu $(C_2H_3O_2)_2 \cdot H_2O$	199,65	vd. închis	1,882 anh. 1,93	115	240 desc.	pulb. *n* 1,545; 1,550	7,2	20	7,14 al; sol. et.
acetat arsenit (verde de Paris sau Schweinfurt)	Cu $(C_2H_3O_2)_2$ 3Cu $(AsO_2)_2$ (aprox)	1013,77	vd. smarald	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. al.; sol. ac., NH_4OH
acetat bazic	$Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot CuO \cdot 6H_2O$	369,26	verzui albst.	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	g. sol.al. sol. ac. dil. NH_4OH
dihidrogen ortoarseniat	$Cu_5H_2(AsO_4)_4 \cdot 2H_2O$	911,42	albst.	—	—	—	—	ins.	—	sol. ac., NH_4OH
ortoarseniat	$Cu_3\ (AsO_4)_2 \cdot 4H_2O$	540,52	albst. vd.	—	—	—	—	ins.	ins.	sol. ac., NH_4OH
hidrogen ortoarsenit (verdele lui Scheele)	$CuHAsO_3$	187,47	vd.	—	desc.	—	pulb.	ins.	ins.	sol. al., ac., NH_4OH
arseniură	Cu_5As_2	467,54	albstr.	7,56	desc.	—	oct.	ins.	ins.	sol. ac., NH_4OH
benzoat	$Cu(C_7H_5O_2)_2 \cdot 2H_2O$	341,80	albstr.	—	$-2H_2O$, 110	—	pulb. crist.	g. sol.	—	g. sol. al.; sol. ac. dil.
metaborat	$Cu(BO_2)_2$	149,16	albstr. vd.	3,859	—	—	pulb. crist.	sol.	—	—
borură	Cu_3B_2	212,64	gb.	8,116	—	—	—	—	—	—
bromat	$Cu(BrO_3)_2 \cdot 6H_2O$	427,25	albst. vd.	2,583	desc. 180	$-6H_2O$, 200	cub.	sol.	—	sol. NH_4OH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bromură	$CuBr_2$	223,36	n.	—	498	—	mcl. delic	sol.	—	ins. bz.; sol. al., act., py., NH_3
butirat	$Cu(C_4H_7O_2)_2 \cdot 2H_2O$	273,77	vd. închis.	—	—	—	crist., miros de ac. butiric	g. sol.	—	sol. al., et., ac. dil., NH_4OH
carbonat bazic (azurită, chessilit)	$2\,CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	344,65	albstr.	3,88	desc. 220	—	mcl. *n* 1,730; 1,758; 1,838	ins.	desc.	sol. NH_4OH slție aq. $NaHCO_3$
carbonat bazic (malachită)	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)$	221,10	vd. închis	4,0	desc. 200	—	mcl. *n* 1,655; 1,875; 1,909	ins.	desc.	ins. al.; sol. 0,026 aq. CO_2, ac., NH_4OH, KCN
cianură	$Cu\,(CN)_2$	115,58	gb. vd.	—	desc.	—	pulb.	ins.	—	sol. ac., baze, KCN, py.
citrat	$2Cu(C_6H_4O_7)_2 \cdot 5H_2O$	912,35	albst. vd.	—	—	—	pulb.	ins.	—	sol. ac.: NH_4OH
clorat	$Cu(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$	338,53	vd.	—	65	desc. 100	cub delic.	207/0	sol.	sol. al., act.
clorură	$CuCl_2$	134,45	br. -gb.	3,054	498	desc. în CuCl, 993	pulb. higr.	70,6/0	107,9/100	53/15 al. 68/15 CH_3OH
clorură	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	170,48	vd.	2,38	$-2H_2O$, 110	desc.	romb. delic. *n* 1,685	110,4/0	192,4/100	sol. al., NH_4Cl

cromat bazic	$CuCrO_4 \cdot 2CuO \cdot 2H_2O$	374,64	gb. br.	—	$-2H_2O$, 260	—	—	ins	—	ins. al.; sol. ac. dil., HNO_3, NH_4OH
bicromat	$CuCr_2O_7 \cdot 2H_2O$	315,56	n.	2,283	$-2H_2O$, 100	—	crist. delic.	sol.	desc.	sol. al., ac., NH_4OH
etilacetil-acetat	$Cu(C_6H_9O_3)_2$	321,81	vd.	—	192...3	subl.	ace	ins.	—	10/80 bz. sol. al., et.
fericianură	$Cu_3[Fe(CN)_6]_2 \cdot 14H_2O$	866,74	gb. vd.	—	—	—	—	ins.	—	ins. HCl, sol. NH_4OH
ferocianură (brunul lui Hatchett)	$Cu_2Fe(CN)_6 \cdot xH_2O$	—	rș.-br.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. ac., NH_3; sol. NH_4OH
fluorură	$CuF_2 \cdot 2H_2O$	137,57	albstr.	2,93	—	—	mcl.	g. sol.	desc.	ins. act. NH_3; sol. al., HNO_3 HCl, HF.
fluorosilicat	$CuSiF_6 \cdot 4H_2O$	277,68	—	2,158	—	—	mcl. pr.	42,8	—	—
fluorosilicat	$CuSiF_6 \cdot 6H_2O$	313,71	albst.	2,207	—	—	romb. delic. *n* 1,409; 1,408	232/17	—	0,16/20 al. 92%
formiat	$Cu(CHO_2)_2$	153,58	albst.	1,831	—	—	mcl.	12,5	desc.	0,25 al.
formiat	$Cu(CHO_2)_2 \cdot 4H_2O$	225,64	albst.	1,81	—	—	crist.	6,2	—	—
ortofosfat	$Cu_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$	434,61	albst.	—	—	—	romb.	ins.	g. sol.	sol. ac. H_3PO_4, NH_4OH, NH_3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fosfit	$CuHPO_3 \cdot 2H_2O$	179,55	albst.	—	desc.	—	crist.	ins.	ins.	—
difosfură	Cu_3P_2	252,58	cșiu. n.	6,67	desc.	—	pulb. met	ins.	—	ins. HCl; sol. HNO_3
glicocolat	$Cu(C_2H_4NO_2)_2 \cdot H_2O$	229,67	albst.	—	$-H_2O$, 130	—	ace	0,57/15	—	sol. baze
hidroxid	$Cu(OH)_2$	97,55	albst.	3,368	desc. $-H_2O$	—	gel pulb. am. sau crist.	ins.	desc.	sol. ac., NH_4OH, KCN.
iodat	$Cu(IO_3)_2$	413,35	vd.	$5,241^{15}$	desc.	—	mcl.	0,1364/25	ins.	sol. H_2SO_4, HNO_3 dil.
iodat	$Cu(IO_3)_2 \cdot H_2O$	431,36	albst.	4,872	$-H_2O$, 240	desc. 290	tricl.	0,33/15	0,65/100	sol. H_2SO_4 dil., NH_4OH
iodat bazic	$Cu(OH)IO_3$	255,45	vd.	4,873	desc. 290	—	romb.	ins.	ins.	sol. H_2SO_4 dil.
paraperiodat	Cu_2HIO_6	350,99	vd.	—	desc. 110	—	pulb. crist.	ins.	ins.	sol. HNO_3 dil.
lactat	$Cu(C_3H_5O_3)_2 \cdot 2H_2O$	277,71	albst. închis.	—	—	—	mcl.	16,7	45/100	g. sol. al.; sol. NH_4OH
laurat	$Cu(C_{12}H_{23}O_2)_2$	462,17	albst.	—	111...15	—	pulb.	g. sol.	g. sol.	—
nitrat	$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	241,60	albst.	$2,04^{3,9}$	114,5	$-HNO_3$, 170	delic.	137,8/0; 381/40	666/80 1270/100	100/12,5 al.

nitrat	$Cu(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	295,64	albst.	2,074	$-3H_2O$, 26,4	—	crist. delic.	243,7/0	∞	sol. al.
nitrit bazic	$Cu(NO_2)_2 \cdot 3Cu(OH)_2$	448,22	vd.	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	g.sol. al; desc. ac. dil., sol. NH_4OH
nitroprusiat	$CuFe(CN)_5 \cdot NO \cdot 2H_2O$	315,51	alb verzui	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. al; sol. baze
oleat	$Cu(C_{18}H_{33}O_2)_2$	626,47	—	—	—	—	pulb. br. sau masă vd. albst., toxic	ins.	ins.	sol. et.
oxalat	$Cu\,C_2O_4 \cdot 1/2\,H_2O$	160,56	albst. alb	—	—	—	—	0,00253/25	—	ins. acet. sol. NH_4OH
oxiclorură (verdele Brunswick)	$CuCl_2 \cdot 3CuO \cdot 4H_2O$ (?)	445,13	—	—	$-3H_2O$ 140	—	pulb. vd. deschis sau romb. vd. smarald pînă la verzui n.	ins.	desc. 100	sol. ac., NH_4OH
oxiclorură (atacamit)	$Cu_2(OH)_3Cl$ [sau $CuCl_2 \cdot 3\,Cu(OH)_2$]	213,56	vd.	3,76...3,78	—	—	or.	—	—	—
oxid (paramelaconit)	CuO	79,54	n.	6,40	desc. 1026	—	tetr. cub. higr.	ins.	ins.	sol. ac. NH_4Cl, KCN
oxid (tenorit)	CuO	79,54	n.	6,45	desc. 1026	—	tricl. n 2,63	ins.	ins.	sol. ac., NH_4Cl, KCN
peroxid	$CuO_2 \cdot H_2O$	113,55	br. sau br. n.	—	—	—	crist.	ins.	—	ins. al; sol. desc. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
palmitat	$Cu(C_{16}H_{31}O_2)_2$	574,39	vd. albst.	—	120	—	—	ins.	—	ins. act. CH_3OH; g. sol. al., et., py., clf.; sol. CS_2,CCl_4, bz. c.
2,4-pentandionat (acetilacetonat)	$Cu\ (C_5H_7O_2)_2$	261,76	albst.	—	> 230	subl.	crist.	ins.	—	g. sol. al; sol. clf.
salicilat	$Cu(C_7H_5O_3)_2 \cdot 4H_2O$	409,83	albst. vd.	—	—	—	ace	g. sol.	—	sol. al., NH_4OH
seleniat	$CuSeO_4 \cdot 5H_2O$	296,57	albst.	2,559	—	—	tricl.	25,7/15	desc.	ins. al; sol. ac., NH_4OH
stearat	$Cu(C_{18}H_{35}O_2)_2$	630,50	vd. albst.	—	125	—	pulb. am.	ins.	—	ins. act., bzr., CH_3OH; g. sol. py; sol. et., clf., bzc., terpentină
sulfat (hidrocianit)	$CuSO_4$	159,60	vd. alb	3,603	uşor desc. în jur de 200	desc. 650 în CuO	romb.	14,3/0	75,4/100	1,04/18 CH_3OH; ins. al.
sulfat (piatră vînătă sau chalcantit)	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	249,68	albst.	2,284	$-4H_2O$, 110	$-5H_2O$, 150	tricl. n 1,514; 1,537 1,543;	31,6/0	203,3/100	15,6/18 CH_3OH; ins. al.

sulfură (covelit)	CuS	95,60	n.	4,6	tr. 103	desc. 220	hex. sau mcl.	0,000033/18	—	ins. al. baze; sol. HNO_3, HCl conc. c. H_2SO_4, KCN
tartrat	$Cu\ C_4H_4O_6$	211,61	albst.	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	sol. ac., baze
tartrat	$CuC_4H_4O_6 \cdot 3H_2O$	265,66	cșiu. albst.	—	desc.	—	pulb.	0,02/15	0,14/85	sol. ac., baze
telurit	$CuTeO_3$	239,14	vd. scatiu	—	—	—	pp.	ins.	ins.	—
tiocianat (rodanură)	$Cu\ (SCN)_2$	179,70	n.	—	desc. 100	—	—	desc.	desc.	sol. ac.; NH_4OH
wolframat	$CuWO_4 \cdot 2H_2O$	347,42	vd.	—	rș.	—	oct.	0,1/15	—	ins. al., ac. min. dil.; g. sol. acet. sol. NH_4OH
xantat (etilxantogenat)	$Cu\ (C_3H_5OS_2)_2$	305,94	gb.	—	desc.	—	pp.	ins.	—	ins. CS_2; g. sol. al; sol. NH_4OH
Combinații	*coordinative*									
acetat de diamino-cupru (II)	$Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2NH_3$	215,69	v. albstr.	—	desc. aprox. 175	—	crist.	sol. desc.	—	ins. al; sol. acet, NH_4OH
fluorosilicat de tetrapiridin cupru(II)	$[Cu(C_5H_5N)_4]\ SiF_6$	522,03	purpuriu albst.	2,108	—	—	romb.	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
perrenat de tetrapiridin cupru (II)	$[Cu(C_5H_5N)_4] \cdot (ReO_4)_2$	880,34	albst.	2,338	—	—	mcl. crist.	0,5555	—	—
sulfat de tetramino-cupru (II)	$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$	245,74	albst.	1,81	desc. 150	—	romb.	18,5/21,5	desc.	ins. al.
Disprosiu $Z=66$ valeța III	Dy	162,50	—	8,556	~1400	2300	hex.	ins.	ins.	sol. ac.
acetat	$Dy(C_2H_3O_2)_3 \cdot 4H_2O$	411,70	gb.	—	desc. 120	—	ace	sol.	—	g. sol. al.
bromat	$Dy(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	708,36	gb.	—	78	$-6H_2O$, 110	hex. ace	sol.	—	g. sol. al.
bromură	$DyBr_3$	402,23	inc.	—	881	1480	—	sol.	sol.	—
carbonat	$Dy_2(CO_3)_3 \cdot 4H_2O$	577,09	—	—	$-3H_2O$, 150	—	—	ins.	—	—
clorură	$DyCl_3$	268,86	gb. pal	$3,67^{0}$	654	> 1500	pl.	sol.	sol.	—
cromat	$Dy_2(CrO_4)_3 \cdot 10H_2O$	853,13	gb. vd.	—	$-3^1/_2H_2O$, 150	desc.	crist.	1,002/25	—	—
fluorură	DyF_3	219,50	inc.	—	1360	> 2200	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.;
ortofosfat	$DyPO_4 \cdot 5H_2O$	347,55	gb. alb	—	$-5H_2O$ > 200	—	pulb.	ins.	—	sol. acet., ac. dil.
iodură	DyI_3	543,21	gălbui vd.	—	955	1320	—	sol.	sol.	—

nitrat	$Dy(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$	438,59	gb.	—	88,6	—	crist.	sol.	—	—
oxalat	$Dy_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	769,18	alb	—	40 $(-H_2O)$	—	pr.	ins.	ins.	ins. ac. dil.
oxid (disprosia)	Dy_2O_3	373,00	alb	$7{,}81^{27}$	2340±10	—	pulb.	—	—	sol. al. colorație vd.
seleniat	$Dy_2(SeO_4)_3 \cdot 8H_2O$	898,00	gb.	—	$-8H_2O$, 200	—	ace	sol.	—	ins. al.
sulfat	$Dy_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	757,31	gb. strălucitor	—	stabil 110	$-8H_2O$, 360	crist.	sol.	—	—
Erbiu $Z=68$ valență III	Er	167,20	cșiu. închis	9,058	1500...1550	2600	pulb.	ins.	ins.	sol. ac.
acetat	$Er(C_2H_3O_2)_3 \cdot 4H_2O$	416,46	—	2,114	—	—	tricl.	—	—	—
bromură	$ErBr_3$	406,99	v. roz	—	950	1460	—	sol.	sol.	—
clorură	$ErCl_3$	273,62	trandafiriu	—	774	1500	—	sol.	sol.	—
clorură	$ErCl_3 \cdot 6H_2O$	381,71	—	—	—	—	delic.	sol.	sol.	sol. al.
fluorură	ErF_3	224,56	roz	—	1350	2200	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
iodură	ErI_3	547,97	v. rș.	—	1020	1280	—	sol.	sol.	—
nitrat	$Er(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$	443,35	roșietic	—	—	—	crist.	sol.	—	sol. al., act., et
oxalat	$Er_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$	706,64	trandafiriu	—	$-H_2O$, 40	desc.	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
oxalat	$Er_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	778,70	roșietic	2,64(?)	desc. 575	—	pulb. microcrist.	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	11
oxid (erbia)	Er_2O_3	382,52	roz rș.	8,640	infuzibil	—	pulb.	0,00049/29	—	g. sol. ac. min.
sulfat	$Er_2(SO_4)_3$	622,70	—	3,678	desc. 630	—	—	43/0	—	—
sulfat	$Er_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	766,83	roz rș.	3,217	$-8H_2O$, 400	—	mcl.	16/20	6,53/40	—
Europiu *Z*=63 valență II, III	Eu	151,96	cșiu.	—	1150±50	—	—	ins.	ins.	—
clorură	$EuCl_3$	258,32	gb.	—	632±2	—	ace fine	—	—	—
oxid (europia)	Eu_2O_3	351,92	roz palid	7,42 din oxalat 6,55 din nitrat	—	—	pulb.	—	—	—
sulfat	$Eu_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	736,23	roz palid	—	$-8H_2O$, 375	—	crist.	2,563/20	1,93/40	—
Fier *Z*=26 valență II, III, VI	Fe	55,847	cșiu.	7,86	1535	3000	cub. met.	ins.	ins.	ins. al., et., baze sol. ac.
Combinațiile fier (II)										
acetat	$Fe(C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$	246,00	—	—	desc.	—	ace	sol.	—	—
ortoarseniat	$Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 6H_2O$	553,47	vd.	—	desc.	—	pulb. am.	ins.	ins.	g. sol. NH_4OH; sol. HCl dil.

piroarsenit	$Fe_2As_2O_5$	341,53	vd. alb	—	—	—	—	ins.	—	sol. NH_4OH
bromură	$FeBr_2$	215,67	vd. gb.	$4,636^{25}$	desc.	—	hex.	109/10	175/95	sol. al.
carbonat (siderită)	$FeCO_3$	115,86	cșiu.	3,8	desc.	—	trig. *n* 1,875; 1,633	0,0067/25	—	sol. CO_2 aq.
carbonat	$FeCO_3 \cdot H_2O$	133,87	—	—	desc.	—	am.	g. sol.	—	sol. ac., CO_2 aq.
perclorat	$Fe(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$	362,84	vd.	—	desc. > 100	—	—	97,8/0	116,1/60	86,5/20 al., sol., $HClO_4$
clorură (lawunit)	$FeCl_2$	126,75	vd. gb.	2,98	670...4	subl.	hex. delic.	64,4/10	105,7/100	ins., et.; sol. 100 al., act.
clorură	$FeCl_2 \cdot 2H_2O$	162,78	—	2,358	—	—	—	—	—	—
clorură	$FeCl_2 \cdot 4H_2O$	198,81	albst. vd.	1,93	—	—	mcl. delic.	160,1/10	415,5/100	sol. al.
cloroplatinat	$FePtCl_6 \cdot 6H_2O$	571,75	gb.	2,714	desc.	—	hex.	sol.	sol.	—
fericianură (albastru lui Turnbull)	$Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ (?)	591,45	albst. închis	—	desc.	—	—	ins.	—	ins. al., ac. dil.
ferocianură	$Fe_2[Fe(CN)_6]$	323,65	albst. alb	—	—	—	am.	ins.	—	—
fluorură	FeF_2	93,84	—	3,95...4,33	> 1000 (?)	—	—	g. sol.	—	ins. al., et.
fluorură	$FeF_2 \cdot 4H_2O$	165,91	—	2,095	—	—	—	—	—	—
fluorură	$FeF_2 \cdot 8H_2O$	237,97	vd. albst.	—	$-8H_2O$, 100	—	—	g. sol.	sol.	ins. al., et.; sol. HF, ac.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fluorosilicat	$FeSiF_6 \cdot 6H_2O$	306,02	inc.	1,961	—	—	trig. n 1,364; 1,385	128,2	—	—
ortofosfat (vivianit)	$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	501,61	alb albst.	2,58	—	—	mcl. n 1,579; 1,603; 1,633.	ins.	ins.	ins. acet. sol. ac.
hidroxid	$Fe(OH)_2$	89,86	—	3,4	desc.	—	hex. vd. palid sau am. alb	0,00067	—	ins. baze sol. ac., NH_4Cl.
iodură	FeI_2	309,66	cșiu.	5,315	592	—	hex.	sol.	—	—
iodură	$FeI_2 \cdot 4H_2O$	381,72	cșiu. n.	2,87	90...8	—	crist. delic.	sol.	desc.	sol. al., et.
lactat	$Fe(C_3H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$	288,04	vd. alb	—	desc.	—	crist. sau pulb.	2,1/10	8,5/100	g. sol. al.; sol. citrat acalin
nitrat	$Fe(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	287,95	vd.	—	60,5 desc.	—	romb.	70,9/0 83,5/20	166,7/61	—
oxalat	$FeC_2O_4 \cdot 2H_2O$	179,89	gb. deschis	2,28	desc. 160	—	romb.	0,022	0,026	sol. ac.
oxid	FeO	71,85	n.	5,7	1420	—	—	ins.	ins.	ins. al., baze; sol. ac.
metasilicat	$FeSiO_3$	131,93	—	3,5	1550	—	mcl.	—	—	—
sulfat	$FeSO_4$	151,91	vd. deschis	—	—	—	romb.	—	—	—

sulfat	$FeSO_4 \cdot H_2O$	169,92	—	2,99... 3,08	—	—	mcl.	—	—	—
sulfat	$FeSO_4 \cdot 4H_2O$	223,97	vd.	2,23... 2,29	—	—	mcl. pr.	—	—	—
sulfat (siderotil)	$FeSO_4 \cdot 5H_2O$	241,99	alb	2,2	$-5H_2O$, 300	—	tricl. n_α 1,526; n_β 1,536; n_γ 1,542	sol.	sol.	ins. al.
sulfat (melanterit)	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	278,02	albst. vd.	1,898	64; $-6H_2O$, 100	$-7H_2O$, 300	mcl. n 1,471; 1,478; 1,486	15,65	48,6/50	ins. al.
sulfură (troilit)	FeS	87,91	n. br.	4,84	1193	desc.	hex.	0,00062/18	—	ins. NH_3 sol. ac. degajă H_2S
disulfură (marcasită)	FeS_2	119,98	gb.	4,87	tr. 450	desc.	romb.	0,00049	—	ins. ac. dil.; sol. HNO_3.
disulfură (pirită)	FeS_2	119,98	gb.	5,00	1171	desc.	cub.	0,00049	—	ins. ac. dil.; sol. HNO_3
sulfit	$FeSO_3 \cdot 3H_2O$	189,96	vd. sau alb	—	desc. 250	—	crist.	g. sol.	—	ins. al.; sol. SO_2 aq.
D-tartrat	$FeC_4H_4O_6$	203,92	—	—	—	—	crist.	0,877/16	—	—
tiocianat (rodanură)	$Fe(SCN)_2 \cdot 3H_2O$	226,06	vd.	—	desc.	—	romb.	sol.	—	sol. al., act., et.
tiosulfat	$FeS_2O_3 \cdot 5H_2O$	258,05	vd.	—	—	—	crist. delic.	sol.	desc.	sol. al.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Combinațiile fier (III)										
acetat bazic	$FeOH(C_2H_3O_2)_2$	190,94	br. rș.	—	—	—	pulb.	ins.	—	sol. al.ac.
ortoarseniat (scorodit)	$FeAsO_4 \cdot 2H_2O$	230,80	vd.	3,18	desc.	—	romb. *n* 1,765; 1,774; 1,797	ins.	ins.	ins. HNO_3; sol. HCl
ortoarsenit bazic	$2FeAsO_3 \cdot F_2O_3 \cdot 5H_2O$	607,30	br. gb.	—	desc.	—	pulb.	g. sol.	—	sol. ac., baze
benzoat	$Fe(C_7H_5O_2)_3$	419,20	br.	—	—	—	pulb.	ins.	—	sol. al., etc.
bromură	$FeBr_3$ (sau Fe_2Br.)	295,57	rș. închis br.	—	subl. desc.	—	delic.	sol.	sol.	g. sol. NH_3; sol. al., et.
bromură	$FeBr_3 \cdot 6H_2O$	403,67	rș.	—	27	—	—	sol.	sol.	—
citrat	$FeC_6H_5O_7 \cdot 3H_2O$	299,00	rș. br.	—	—	—	solzi	sol.	sol.	ins. al.
clorură (molosit)	$FeCl_3$ (sau Fe_2Cl_6)	162,21	n. br.	$2,804^{11}$	282	315	hex.	74,4/0	535,7/100	63/18, act.; sol. al., et.,
clorură	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	270,30	br. gb.	—	37	280...5	masă crist. foarte delic.	91,9/20	∞	sol. al., et.
bicromat	$Fe_2(Cr_2O_7)_3$	759,66	rș. br.	—	—	—	granule	sol.	—	sol. ac.
fericianură (verde de Berlin)	$Fe[Fe(CN)_6]$	267,80	—	—	—	—	cub.	—	—	—

ferocianură (albastru de Berlin)	$Fe[Fe(CN)_6]_3$	859,25	albst. închis	—	desc.	—	crist.	ins.	ins.	ins. al., et.; sol. HCl, H_2SO_4
fluorură	FeF_3 (sau Fe_2F_6)	112,84	vd.	3,18	—	—	romb.	g. sol.	sol.	ins. al., et.; sol. ac.
fluorură	$FeF_3 \cdot 4^1/_2\ H_2O$	193,91	gb.	—	$-3H_2O$, 100	desc.	crist.	g. sol.	sol.	ins. al.
fluorosilicat	$Fe_2(SiF_6)_3$	537,92	—	—	—	—	gel, colorație roz	sol.	sol. desc.	—
formiat	$Fe(CHO_2)_3$	190,90	—	—	—	—	crist., pulb., rș.	sol.	—	g. sol. al.
ortofosfat	$FePO_4 \cdot 2H_2O$	186,85	gb. alb	2,87	desc.	—	dimorf	g. sol.	0,67/100	sol. H_2SO_4, HCl
pirofosfat	$Fe_4(P_2O_7)_3 \cdot 9H_2O$	907,36	gb. alb.	—	—	—	pulb.	ins.	—	sol. ac., citrat alcalin
(hipofosfit	$Fe(H_2PO_2)_3$	250,81	alb sau cșiu.-alb	—	desc.	—	pulb.	0,043/25	0,083/100	sol. citrat alcalin
glicerofosfat	$Fe_3[(C_3H_5(OH)_2 \cdot PO_4]_3$	677,72	gălbui vd.	—	—	—	solzi sau pulb.	50/25	—	ins. al.
lactat	$Fe(C_3H_5O_3)_3$	323,06	br.	—	—	—	am. delic.	sol.	sol.	ins. et.
malat	$Fe_2(C_4H_4O_5)_3$	507,91	br.	—	—	—	solzi higr.	sol.	—	sol. al.
metilarsonat	$Fe_2(CH_3AsO_3)_3$	525,56	roșietic br.	—	—	—	solzi strălucitori	50	—	ins. al., et.
dimetilarsonat (cacodilat)	$Fe[(CH_3)_2AsO_2]_3$	466,82	gălbui	—	—	—	pulb. am.	6,67	—	g. sol. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
nitrat	$Fe(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	349,95	—	—	35	—	cub.	sol.	—	—
nitrat	$Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	404,00	inc. v. palid	1,684	47,2	desc.	mcl. delic.	sol.	sol.	g. sol. HNO_3; sol. al., act.
oleat	$Fe(C_{18}H_{33}O_2)_3$	900,23	br. rş.	—	—	—	păstos	ins.	—	sol. al., et., ac.
oxalat	$Fe_2(C_2O_4)_3 \cdot 5H_2O$	465,80	gb.	—	desc. 100	—	pulb. microcrist.	sol.	sol.	ins. al.; sol. ac.
oxid	$Fe_2O_3 \cdot xH_2O$	—	rş. br.	3,4... 3,9	$-1^1/_2H_2O$, 500	—	pulb. am. sau gelat.	ins.	ins.	ins. al., et.; sol. ac.
oxid α (hematită)	Fe_2O_3	159,69	rş. br. n.	5,24	1565	—	hex. *n* 3,01; 2,94 (Li)	ins.	—	sol. HCl
oxid fero-feric (magnetită)	Fe_3O_4	231,54	—	5,18	1538 desc.	—	cub. n.; pulb. rş. n.	ins.	ins.	ins. al., et.; g. sol. ac.
oxid fer (II)-fer (III)	$Fe_3O_4 \cdot xH_2O$	—	n.	—	desc.	—	—	ins.	ins.	sol. ac.
2,4-pentandionat (acetilacetonat)	$Fe(C_5H_7O_2)_3$	353,18	rş. închis	—	184	—	romb.	ins.	—	g. sol. et.; sol. al., bz., clf.
oxihidroxid γ (lepidocrocit, rugină goethit)	FeO(OH)	88,85	cşiu. br.	4,28	—	—	romb.	—	—	sol. ac. dil., baze c.

sulfat	$Fe_2(SO_4)_3$	399,88	gb.	$3{,}097^{18}$	desc. 480	—	romb.	g. sol.	desc.	ins. H_2SO_4, NH_3
sulfat (cochimbit)	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	262,02	—	2,1	desc.	—	romb. delic. *n* 1,552; 1,558	440	desc.	sol. al. abs.
sulfură	Fe_2S_3	207,89	gb. vd.	4,3	desc.	—	—	g. sol., desc. în $FeS + S$		desc. ac.
sulfură fer-(II) fer (III)	Fe_3S_4	295,78	—	4,55	—	—	hex. existență probabilă	ins.	—	sol. ac.
tiocianat (rodanură)	$Fe(SCN)_3$ [sau $Fe_2(SCN)_6$]	230,09	n. rş.	—	desc.	—	cub. delic.	sol.	sol.	sol. al., et.
metavanadat	$Fe(VO_3)_3$	352,68	cşiu. br.	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. al.; sol. ac.
Combinații intermetalice										
arsenură	$FeAs$	130,77	alb	7,83	1020	—	—	g. sol.	—	—
arseniură	$FeAs_2$	205,69	cşiu. argintiu	7,4	990	—	cub.	ins.	—	ins. HCl; g. sol. HNO_3.
borură	FeB	66,66	cşiu.	$7{,}15^{18}$	—	—	crist.	ins.	—	sol. HNO_3, H_2SO_4 conc. c.
carbură (cementită)	Fe_3C	179,55	cşiu.	7,4	1837	—	cub.	ins.	ins.	sol. ac.
monofosfură	FeP	86,82	—	6,07 $(5{,}2^{20})$	—	—	romb.	—	—	—
fosfură	Fe_2P	142,67	albst. cşiu.	6,56	1290	—	crist. sau pulb.	ins.	ins.	ins. ac. dil.; sol. HNO_3 + + HF, aq. reg.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fosfură	Fe_3P	198,51	cșiu.	6,74	1100	—	—	ins.	—	—
nitrură	Fe_2N (sau Fe_4N_2)	125,70	cșiu.	6,35	desc. 200	—	—	ins.	—	sol. H_2SO_4, HCl
nitrură	Fe_4N	237,39	—	6,57(?)	—	—	—	—	—	—
siliciură	FeSi	83,93	gb. cșiu.	6,1	—	—	oct.	ins.	ins.	ins. aq. reg.
Combinații carbonilice										
tetracarbonil	$Fe(CO)_4$	167,89	vd. închis	$1,996^{18}$	desc. 140...50	—	crist.	ins.	—	sol. solv. org.
pentacarbonil	$Fe(CO)_5$	195,90	gb.	liq. 1,457	−21	102,8/749	liq. vîscos	ins.	—	sol. al., et., bz., H_2SO_4 conc., baze
nonacarbonil	$Fe_2(CO)_9$	363,79	port.	$2,085^{18}$	desc. 100	—	hex. crist.	—	—	—
dihidrurotetracarbonil	$FeH_2(CO)_4$	169,91	inc.	—	−70	—	liq.	—	—	—
Fluor $Z=9$ valență I	F_2	38,00	vd. gb.	$1,69^{15}$ g/l; liq. $1,108^{-187}$	−223	−188	gaz toxic n 1,000195	desc. în O_3+HF	desc.	—
fluorhidric, acid	HF (sau H_xF_x)	20,01	inc.	0,921 g/l; liq. 0,987	−92,3	19,4	liq. fumegător coroziv sau gaz	∞	sol.	—

fluorhidric, acid (azeotrop)	HF (35,35%) + + H_2O	—	inc.	—	—	120	liq.	—	—	—
monofluorofosforic, acid	H_2PO_3F [sau $(OH)_2POF$]	99,99	inc.	$1,818_4^{25}$	—	—	liq. viscos	∞	—	—
difluorofosforic, acid	HPO_2F_2 (sau $HOPOF_2$)	101,98	inc.	$1,583_4^{25}$	−75	116	liq. fumegător	sol	—	—
hexafluorofosforic,acid	HPF_6	145,97	inc.	1,65 (65%)	31 ($6H_2O$)	—	liq. fumegător	—	—	—
fluorosilicic, acid	H_2SiF_6	144,09	inc.	1,29... $1,31^{15}$	—	desc.	liq. fumegător corosiv	sol.	sol.	g. sol. baze
fluorosulfonic, acid	HSO_3F	100,07	inc.	$1,743^{15}$	−87,3	165,5	liq.	desc.	—	—
oxid	OF_2	54,00	inc.	liq. $1,90^{-223,8}$	−223,8	−144,8	gaz nestabil	g. sol. desc.	ins.	g. sol. ac., baze
Fosfoniu										
bromură	PH_4Br	114,91	inc.	gaz 2,464 g/l	—	38,8/794 sub. aprox. 30	cub.	desc.	desc.	—
clorură	PH_4Cl	70,46	inc.	—	28/46 atm	subl.	cub.	desc.	—	—
iodură	PH_4I	161,91	inc.	2,86	subl. 61,8	80	tetr. delic.	desc.	—	sol. desc. ac., baze.
sulfat	$(PH_4)_2SO_4$	166,07	inc.	—	—	—	crist. delic.	desc.	—	—
Fosfor $Z = 15$ valenţa III, V	P_4 alb	123,90	inc. gb.	1,82	44,1; arde 34	280	cub. solid asemănător cerii, *n* 2,144	0,0003/15	g. sol.	0,3 al.; 880/10 CS_2; sol. bz., et., clf., NH_3 baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fosfor $Z=15$ valența III, V	P_4 roșu	123,90	rș. br.	2,20	590/43at	arde >200; 280	cub. sau pulb. am. (amestec de alb și v.)	ins.	ins.	ins. et. CS_2, NH_3 sol. al. abs.
	P_4 violet	123,90	v.	2,36	593	—	mcl.	ins.	—	ins. ac., solv. org.
	P_4 negru	123,90	n.	2,70	—	—	nu arde	—	—	ins. H_2SO_4 rece, CS_2
tribromură	PBr_3	270,70	inc.	$2,852^{15}$	-40	172,9	liq. fumegător $n^{26,6}$ 1,697	desc.	—	desc. al. sol. et., clf., CCl_4, CS_2
pentabromură	PBr_5	430,52	gb.	—	<100 desc.	106 desc.	romb.	desc.	—	sol. CCl_4, CS_2, bz.
dibromfosfonitrură	$(PNBr_2)_3$	614,40	inc.	—	190	subl. 150 vid	romb.	ins.	—	g. sol. clf., CS_2; sol. et.
cianură	$P(CN)_3$	109,03	alb	—	subl. 130	—	ace	desc.	—	g. sol. bzc.; sol. et.
diclorură	PCl_2(sauP_2Cl_4)	101,88	inc.	—	-28	180	—	hidr.	—	—
triclorură	PCl_3	137,33	inc.	$1,574^{21}$	-91 $(-111,8)$	75,5/749	liq. fumegător n^{14} 1,516	desc.	desc.	sol. et., clf., bz., CS_2,CCl_4.
pentaclorură	PCl_5	208,24	gb. alb	gaz $4,65^{296}$ g/l	166,8 (pres.) ușor desc.	subl. 162	tetr. fumegător	desc.	—	desc. ac.; sol. CS_2, CCl_4

triclordiiodură	PCl_3I_2	391,14	rș.	—	—	—	hex.	desc.	desc.	sol. CS_2
tetraclormonobromură	$PBrCl_4$	252,69	gb.	—	—	—	crist.	desc.	—	—
triclordibromură	PBr_2Cl_3	297,15	port.	—	35 desc.	—	crist.	desc.	—	—
diclorheptabromură	PBr_7Cl_2	661,24	—	—	—	—	pr.	desc.	—	sol. PCl_3, PCl_5
tricloroctabromură	PBr_8Cl_3	776,60	br.	—	25	—	ace	desc.	—	—
clorfosfonitrură	$P_6N_7Cl_9$	602,97	—	—	237,5	251..61/13	romb. pr.	—	—	—
diclorfosfonitrură (diclorura de fosfonitril)	$(PNCl_2)_3$	347,66	—	1,98	114	256,5	romb.	ins.	desc.	sol. al., acet., clf., bz., et., CS_2
diclorfosfonitrură (diclorura de fosfonitril)	$(PNCl_2)_4$	463,55	—	$2,18_{24}^{24}$	123,5	328,5	—	—	—	—
diclorfosfonitrură (diclorură de fosfonitril)	$(PNCl_2)_5$	579,43	—	—	41	224/13; polim. > 250	—	—	—	—
diclorfosfonitrură (diclorura de fosfonitril)	$(PNCl_2)_6$	695,32	—	—	90	262/13; polim. > 250	—	—	—	—
trifluordibromură	PBr_2F_3	247,79	gb. deschis	—	−20	desc. 15	—	desc.	—	desc. sticla

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
trifluorură	PF_3	87,97	inc.	3,907g/l	−160	−95	gaz	desc.	—	desc. baze.; sol. al.
pentafluorură	PF_5	125,97	inc.	5,805 g/l	−93,7	−84,5	gaz	desc.	—	—
trifluordiclorură	PCl_2F_3	158,88	—	—	—	−8; desc. 200	—	—	—	—
fosfam	PN_2H	60,00	alb	—	nefuzibil	—	am.	ins.	desc.	ins. ac., baze; sol. H_2SO_4 conc.
fosforamidă (triamida fosforică, fosfoniltriamidă)	$PO(NH_2)_3$	95,04	alb	—	desc.	—	am.	ins.	ins.	ins. ac.; sol. al.
ortofosforic, acid	H_3PO_4	98,00	inc.	$1,834^{18}$	42,35	$-1/2\ H_2O$, 213	liq. sau romb. crist. delic.	548	sol.	sol. al.
ortofosforic, acid	$2H_3PO_4 \cdot H_2O$	214,01	inc.	—	29,32	desc.	hex., pr. ascuțite, delic.	sol.	—	—
pirofosforic, acid	$H_4P_2O_7$	177,98	inc.	—	61	—	ace sau liq. higr.	709/23	desc. în H_3PO_4	sol. al., et.
metafosforic, acid	HPO_3	79,98	inc	2,2...2,5	subl.	—	sticlos, delic.	desc. în H_3PO_4	desc.	ins. CO_2 liq.; sol.al.
hipofosforic, acid	$H_4P_2O_6$	161,98	—	—	55	desc. 100	crist.	sol., desc. încet în H_3PO_3 + HPO_3	desc. > 30	—

ortofosforos, acid	$H_2(HPO_3)$	82,00	inc. gb.	$1{,}651^{21,2}$	73,6	desc.200	crist. delic.	309/0	694/40	sol. al.
pirofosforos, acid	$H_4P_2O_5$	145,98	—	—	38	desc. 130	ace	desc.	—	—
metafosforos, acid	HPO_2	63,98	—	—	—	—	crist. fibros	desc.	—	—
hipofosforos acid	$H(H_2PO_2)$	65,99	inc.	$1{,}493^{19}$	26,5	desc.	liq. uleios sau crist. delic.	sol.	sol.	sol. al., et.
fosfomolibdenic, acid	$H_3PMo_{12}O_{40}\cdot 14H_2O$	2077,47	gălbui	—	—	—	crist.	sol.	—	sol. al., et.
fosfomolibdenic, acid	$H_3PMo_{12}O_{40}\cdot 30H_2O$	2365,71	gb.	—	$-H_2O$, 104; 78	—	oct.	—	—	—
fosfowolframic, acid	$H_3PW_{12}O_{40}\cdot 14H_2O$	3132,39	gb. vd.	—	—	—	tricl. crist.	sol.	—	sol. al., et.
fosfowolframic, acid	$H_3PW_{12}O_{40}\cdot 24H_2O$	3312,54	—	—	89	—	trig.	sol.	—	—
hidrură (fosfină, hidrogen fosforat)	PH_3	34,00	inc.	$1{,}529^{0}$ g/l; liq. $0{,}746^{-90}$	−133,5	−87,4	gaz toxic, cu miros neplăcut se aprinde spontan sau liq. n 1,317	26cm³/17	ins.	sol. al., et., Cu_2Cl_2
hidrură (difosfină)	P_2H_4	65,98	inc.	1,012	< -10	57,5/735	liq.	ins.	ins.	sol. al., terpentină
hidrură	$(P_4H_2)_3$	377,73	gb.	$1{,}83^{19}$	arde 160	desc.	solid	ins.	ins.	ins. al.; sol. P, P_2H_4
diiodură	P_2I_4	569,57	port.	—	124,5	desc.	tricl.	desc.	—	sol. CS_2

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
triiodură	PI_3	411,69	rş.	—	61	desc.	hex. delic.	desc.	desc.	sol. CS_2
nitrură	P_3N_5	162,95	alb	$2,51^{18}$	—	desc. 800	am.	ins.	g. sol. desc.	ins. solv. org.
trioxid	P_2O_3 (sau P_4O_6)	109,95	—	$2,135^{21}$	23,8	173	mcl. inc. sau pulb. alb, delic.	desc. în H_3PO_3	desc.	sol. et., bz., clf., CS_2
tetroxid	P_2O_4	125,95	inc.	$2,54^{23}$	> 100	subl. 180	romb. delic.	sol. în H_3PO_3	desc.	—
pentoxid (anhidridă fosforică)	P_2O_5(sau P_4O_{10})	141,94	alb	2,39	563	subl. 347	mcl. sau pulb., foarte delic.	desc. în H_3PO_4	desc.	ins. act., NH_3;sol. H_2SO_4
oxibromură	$POBr_3$	286,70	inc.	2,822	56	193	pl.	desc.	—	sol. et., bz., clf., CS_2, H_2SO_4
oxiclorură	$POCl_3$	153,33	inc.	1,675	2	105,3	liq. fumegător $n^{25,1}$ 1,460	desc.	desc.	desc. al., ac.
oxiclorură	$P_2O_3Cl_4$	251,76	inc.	liq. $1,58^7$	< -50	212	liq. fumegător	desc.	—	—
oxidiclorobromură	$POBrCl_2$	197,79	—	liq $2,104^{14}$	13	137,6	pl. sau liq.	desc.	—	—
oxiclorodibromură	$POBr_2Cl$	242,24	—	liq. $2,45^{50}$	30	165	—	desc.	—	—
oxifluorură	POF_3	103,97	inc.	4,69 g/l	-68	$-39,8$	gaz	desc.	—	desc. al.
oxinitrură	PON	60,98	alb	—	rş.	—	am.	ins.	ins.	ins. ac., baze

oxisulfură	$P_4O_6S_4$	348,15	—	—	102	295	tetr. delic.	desc.	—	50 CS_2
pentasulfură	P_2S_5(sau P_4S_{10})	222,27	cșiu. gb.	2,03	276	514	crist. delic.	desc.	—	0,22 CS_2 sol. baz
trisulfură	P_4S_3	220,09	gb.	2,03	172,5	407,5	romb.	ins.	desc.	ins. H_2SO_4, HCl; sol 60 CS_2, bz. HNO_3, PCl_3
heptasulfură	P_4S_7	348,34	gb.	$2,19^{17}$	310	523	crist.	—	—	ins. majoritatea solv.; g. sol. CS_2
triseleniură	P_4Se_3	360,78	port. rș.	1,31	242	360...400	crist.	—	—	—
pentaseleniură	P_2Se_5	456,75	rș. închis n.	—	desc.	—	ace	desc.	—	ins. CS_2 sol. CCl_4
tiocianat (rodanură)	$P(SCN)_3$	205,22	—	$1,625^{18}$	aprox. —4	265	liq.	desc.	—	sol. al., bz., et., CS_2.
Gadoliniu $Z = 64$ valență III	Gd	157,25	—	—	—	—	hex.	—	—	—
acetat	$Gd(C_2H_3O_2)_3 \cdot 4H_2O$	406,45	—	1,611	—	—	tricl.	11,6/25	—	—
bromură	$Gd\ Br_3 \cdot 6H_2O$	505,07	—	$2,844^{15}$	—	—	romb. pl.	sol.	sol.	sol. HBr
clorură	$CdCl_3$	263,61	inc.	$4,52^{0}$	628	—	mcl. pl.	sol.	sol.	—
clorură	$GdCl_3 \cdot 6H_2O$	371,70	alb	$2,424^{0}$	—	—	pr. delic.	sol.	sol.	—
fluorură	GdF_3	214,25	alb	—	—	—	gelatinos	ins.	—	g. sol. HF cald

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
nitrat	$Gd(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$	433,34	—	$2{,}406^{15}$	92	—	pr.	sol.	sol.	g. sol. HNO_3 conc.
nitrat	$Gd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	451,36	—	2,332	91	—	tricl.	sol.	sol.	—
oxalat	$Gd_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	758,68	—	—	$-6H_2O$, 110	—	mcl.	ins.	—	g. sol. ac. sol. HNO_3
oxid (gadolonia)	Gd_2O_3	362,50	alb	$7{,}407^{15}$	—	—	pulb. am. higr.	g. sol.	—	sol. ac.
seleniat	$Gd_2(SeO_4)_3 \cdot 8H_2O$	887,50	—	3,309	$-8H_2O$, 130	—	mcl. perlat	sol.	sol.	—
sulfat	$Gd_2(SO_4)_3$	602,68	inc.	$4{,}139^{14,6}$	—	—	—	3,98/0	2,26/34,4	—
sulfat	$Gd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	746,81	—	$3{,}010^{14,6}$	—	—	mcl.	3,28/20	2,54/40	—
sulfură	Gd_2S_3	410,69	gb.	3,8	—	—	masă higr.	desc.	—	desc. ac.
Galiu $Z = 31$ **valență II, III**	Ga	69,72	cșiu. albs.	solid $5{,}904^{29,6}$ liq. $6{,}095^{29,8}$	29,78	1983	romb. pseudotetr.	ins.	ins.	sol. ac., baze
acetat bazic	$4Ga(C_2H_3O_2)_3 \cdot 2Ga_2O_3 \cdot 5H_2O$	1452,37	alb	—	desc. > 100	—	microcrist.	sol.	desc.	ins. acet.
tribromură	$GaBr_3$	309,45	inc.	$3{,}69^{25}$	$121{,}5 \pm \pm 0{,}6$	278,8	crist. delic.	sol.	sol.	g. sol. NH_3
tribromură de NH_3 (monoamină)	$GaBr_3 \cdot NH_3$	326,48	alb	$3{,}112^{25}$	124	—	pulb.	desc.	desc.	g. sol. NH_3

tribromură 6NH$_3$ (hexamină)	$GaBr_3 \cdot 6NH_3$	411,63	alb	—	—	—	pulb.	desc.	desc.	g. sol. NH$_3$
perclorat	$Ga(ClO_4)_3 \cdot 6H_2O$	476,16	alb	—	desc. 175	—	crist. delic.	sol.	—	sol. al.
biclorură	$GaCl_2$	140,63	inc.	—	170,5	desc. 200	crist. delic.	desc.	desc.	sol. bz.
triclorură	$GaCl_3$	176,08	inc.	$2{,}47^{25}$; liq. $2{,}36_{80}^{80}$	77,9 ± 0,2	201,2	crist. delic.	sol.	sol.	g. sol. etpet.; sol. NH$_3$
triclorură de NH$_3$ (monoamină)	$GaCl_3 \cdot NH_3$	193,11	alb	$2{,}189^{25}$	124	—	pulb.	desc.	desc.	sol. NH$_3$
triclorură de 6NH$_3$ (hexamină)	$GaCl_3 \cdot 6NH_3$	278,26	alb	—	—	—	pulb.	desc.	desc.	sol. NH$_3$
clorură de metilgaliu	$Ga(CH_3)Cl_2$	155,66	alb	—	75	—	crist.	desc.	—	sol. et.
clorură de metilgaliu-NH$_3$ (monoamină)	$Ga(CH_3)Cl_2 \cdot NH_3$	172,69	alb	—	—	—	crist.	desc.	—	inst. et.
clorură de metilgaliu-5NH$_3$ (pentamină)	$Ga(CH_3)Cl_2 \cdot 5NH_3$	240,81	alb	—	desc. > 80	—	crist.	desc.	—	ins. NH$_3$
clorură de dimetilgaliu-NH$_3$ (monoamină)	$Ga(CH_3)_2Cl \cdot NH_3$	152,27	alb	—	54	—	crist.	desc.	desc.	sol. NH$_3$, et.
clorură de dimetil galiu-2NH$_3$ (diamină)	$Ga(CH_3)_2Cl \cdot 2NH_3$	169,30	alb	—	112	—	crist.	desc.	desc.	ins. et.; sol. NH$_3$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
trietilgaliu	$Ga(C_2H_5)_3$	156,91	inc.	$1{,}0576^{30}$	−82,3	142,6	liq.	desc.	—	sol. et.
trietilgaliu-NH_3 (monoamină)	$Ga(C_2H_5)_3 \cdot NH_3$	173,94	inc.	—	—	—	liq.	desc.	—	—
trietilgaliu-eter etilic	$Ga(C_2H_5)_3 \cdot (C_2H_5)_2O$	231,03	inc.	—	—	—	liq.	desc.	—	sol. et.
ferocianură	$Ga_4[Fe(CN)_6]_3$	914,74	alb			desc.	gel pp.	sol.	sol.	ins. HCl, conc.
trifluorură	GaF_3	126,72	alb	4,47	>1000	subl. aprox. 950	pulb.	0,002	—	ins. HCl dil; sol. H_2F_2
trifluorură cu $3H_2O$	$GaF_3 \cdot 3H_2O$	180,76	alb	—	>140	desc.	pulb.	ins.	g. sol.	g. sol. HF 50%; sol. HCl dil.
trifluorură-$3NH_3$ (triamină)	$GaF_3 \cdot 3NH_3$	177,81	alb	—	$-NH_3$, 100	—	pulb.	desc.	desc.	—
hidroxid	$Ga(OH)_3$	120,74	alb	—	desc.	—	am.	ins.	ins.	sol. ac., baze
hidrură (digalan, galietan)	Ga_2H_6	145,49	inc.	—	−21,4	139(desc. >130)	liq.	desc.	desc.	desc. ac., baze
hidroxichinolat	$Ga(C_9H_6NO)_3$	502,18	vd. gb.	—	>150	subl. vid.	crist.	0,0001	0,0012	g. sol. al.; sol. ac., baze

triiodură	GaI_3	450,43	inc. gb. lămîie	$4,15^{25}$	212±1	345 subl.	(ace) higr.	—	desc.	—
triiodură-NH_3 (monoamină)	$GaI_3 \cdot NH_3$	467,46	alb	$3,635^{25}$	140	—	pulb.	desc.	desc.	—
triiodură $6NH_3$ (hexamină)	$GaI_3 \cdot 6NH_3$	552,62	alb	—	—	—	pulb.	desc.	desc.	—
dimetilgaliu amidă	$Ga(CH_3)_2NH_2$	115,81	alb	—	—	subl. 60 vid.	crist.	—	—	—
trimetilgaliu	$Ga(CH_3)_3$	114,83	inc.	—	−19	55,7±±2/762	liq.	desc.	—	sol. et., NH_3
trimetilgaliu-NH_3 (monoamină)	$Ga(CH_3)_3 \cdot NH_3$	131,86	alb	—	31	subl. vid.	crist.	desc.	—	ins. etpet.; sol. et., NH_3
trimetilgaliu-eter etilic	$Ga(CH_3)_3 \cdot (C_2H_5)_2O$	188,95	inc.	—	< -76	99	liq.	desc.	—	sol. NH_3, et.
nitrat hidratat	$Ga(NO_3)_3 \cdot xH_2O$	—	alb	—	desc. 110	desc. în Ga_2O_3, 200	crist. delic.	sol.	sol.	ins. et., sol. al. abs.
nitrură	GaN	83,73	cşiu. închis	6,1	—	subl. > 800	pulb. hex.	ins.	ins.	desc. ac. c., baze
oxalat	$Ga_2(C_2O_4)_3$	403,47	alb	—	—	desc. 195 $-CO_2$	pulb.	—	—	—
oxalat	$Ga_2(C_2O_4)_3 \cdot 4H_2O$	475,53	alb	—	desc. 195	desc. > 160 $-H_2O$	pulb. microcrist. higr.	0,4	—	—
suboxid	Ga_2O	155,44	br. n.	4,77	> 660	subl. > 500	pulb.	ins.	ins.	sol. ac., baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oxid (α)	Ga_2O_3	187,44	alb	6,48	tr. în β, 600	—	trig. microcrist.	ins.	ins.	g. sol. ac. c., baze
oxid (β)	Ga_2O_3	187,44	alb	5,88	1900 (1740)	—	β mcl. (?), crist.	ins.	ins.	g. sol. ac. c., baze
oxid cu $1H_2O$	$Ga_2O_3 \cdot H_2O$	205,45	alb	5,2	$-H_2O$, 400 tr. în α Ga_2O_3	—	ortoromb., microcrist.	ins.	ins.	g. sol. ac.; sol. baze
oxid hidratat	$Ga_2O_3 \cdot XH_2O$	—	—	—	—	—	gel pp., compoziție nedefinită	0,00010	—	0,0032 NH_4OH 4,6%; sol. ac., NaOH
oxiclorură	$6GaOCl \cdot 14H_2O$	979,25	—	—	—	—	oct.	ins.	—	ins. HNO_3 dil.; sol. KOH
2,4-pentandionat (acetilacetonat)	$Ga(C_5H_7O_2)_3$	367,05	—	α 1,42; β 1,41	194...5	subl. 140/10	α mcl. pl. port.; β romb. piramide port., γ romb. piramide	sol.	sol.	sol. act.
seleniat	$Ga_2(SeO_4)_3 \cdot 16H_2O$	856,56	inc.	—	—	—	crist.	sol.	sol.	—
seleniat	$Ga_2(SeO_4)_3 \cdot 22H_2O$	964,65	inc.	—	—	—	mcl. sau tricl. crist.	57,4/24	sol.	—
sulfat	$Ga(SO_4)_3$	427,62	alb	—	—	desc. > 600	desc. pulb. > 520	sol.	sol.	ins. et.; sol. al.

sulfat	$Ga_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	751,90	inc.	—	—	—	crist.	sol.	sol.	ins. al., et.; sol. al. 60%
subsulfură	Ga_2S	171,50	—	$4,18^{25}$	desc. > 800	—	crist. vd. sau pulb. n.	desc.	desc.	sol. ac., baze
monosulfură	GaS	101,78	sublimat slab gb.	$3,86^{25}$	965±10	—	—	ins.	desc.	sol. ac., baze
trisulfură	Ga_2S_3	235,63	—	$3,65^{25}$	1255±10	—	crist. gb. sau am. alb	desc.	desc.	sol. ac., baze
subseleniură	Ga_2Se	218,40	—	5,02	—	—	—	—	—	—
monoseleniură	$GaSe$	148,68	rş. închis br.	5,03	960	—	foiţe unsuroase	—	—	—
triseleniură	Ga_2Se_3	376,32	roşictic n.	4,92	1020	—	cristale dure, casante	—	—	—
monotelurură	$GaTe$	197,32	n.	5,44	824	—	unsuros	—	—	—
tritelurură	Ga_2Te_3	522,24	n.	5,57	790	—	crist. dure	—	—	—
Germaniu $Z = 32$ valenţă II, IV	Ge	72,59	cşiu.alb	$5,35^{20}_{20}$	958,5	(2700)	cub. met.	ins.	ins.	ins. baze sol. aq. reg., H_2SO_4 c.
amil-trifenil-germaniu	$Ge(C_5H_{11})(C_6H_5)_3$	375,05	inc.	—	42...3	—	pl.	ins.	ins.	g. sol. CH_3OH; sol. bz., etpet.
tetraizoamil germaniu	$Ge(C_5H_{11})_4$	357,16	inc.	$0,9147^{20}_{20}$	—	163...4	liq. uleios $n^{17,5}$1,457	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tetratio-*n*-amilgermaniu	$Ge[S(CH_2)_4CH_3]_4$	485,42	inc.	$1,0697^{25}$	—	240... 1/3-4	liq. n^{25} 1,5336	—	—	sol. bz., al. abs.
tribenzilgermaniu oxid (eter)	$[(C_6H_5CH_2)_3Ge]_2O$	707,98	—	—	135	—	—	—	—	sol. et pet.
tetrabenzilgermaniu	$Ge(CH_2C_6H_5)_4$	437,13	inc.	—	107...8	—	solid.	—	—	—
hexabenzildigermaniu	$(C_6H_5CH_2)_6Ge_2$	691,98	inc.	—	183...4	—	crist.	—	—	sol. acet. glac.
tetra-*p*-bifenil germaniu.	$Ge(C_6H_4C_6H_5)_4$	685,41	alb	—	270...2	—	ace	ins.	ins.	sol. bz.
bibromură	$GeBr_2$	232,41	inc.	—	122,0	desc.	ace sau pl.	desc.	desc.	ins. bz.; sol. al., ac., $GeBr_4$
tetrabromură	$GeBr_4$	392,23	cşiu.alb.	$3,132^{29}_{29}$	26,1	186,5	oct.	desc.	desc.	ins. H_2SO_4 conc.; sol. al. abs., bz., et.
bromură de germaniu triacetilacetonat şi cupru (II)	$[(C_5H_7O_2)_3Ge]CuBr_3$	673,19	vd. n.	—	139	—	crist.	—	—	ins. clf.

bromură de germaniu triacetil acetonat și cupru (I)	$[(C_5H_7O_2)_3Ge]\cdot CuBr_2$	593,28	inc.	—	165...6	—	pr. rect.	—	—	sol. clf.
bromură de germaniu triacetilacetonat și 2 CuBr	$[(C_5H_7O_2)_3Ge]\cdot Cu_2Br_3$	736,73	inc.	—	195 desc.	—	pr.	—	—	ins. clf.; sol. act. c.
bis-(acetilaceton) dibrom german (bromura de diacetil-aceton-germaniu)	$[CH(CCH_3O)_2]_2\cdot GeBr_2$	430,63	inc.	—	226	—	crist. micr.	—	—	ins. solv. org.; g. sol. acetil acetat c.
bis-(acetil-aceton)-diclor-german (clorură de diacetilaceton-germaniu)	$[CH(CCH_3O)_2]_2 GeCl_2$	341,72	inc.	—	240	desc.	— pr.	—	—	g. sol. solv. org.
monobromgerman	GeH_3Br	155,52	inc.	$2{,}34^{29,5}$	—32,0	52,0	liq.	desc.	desc.	ins. al.; desc. baze; reacționează ca GeH_2Br_2
dibromgerman	GeH_2Br_2	234,42	inc.	$2{,}80^{0}$	—15,0	89,0	liq.	desc.	desc.	ins. al.; desc., baze
tribromgerman (german bromoform)	$GeHBr_3$	313,32	inc.	—	—24,0	desc.	liq.	desc.	desc.	desc. baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bromtribenzilgerman(iu)	$(C_6H_5CH_2)_3GeBr$	425,90	inc.	—	145	—	crist.	—	—	—
brometil-izopropil-fenilgermaniu	$(C_6H_5)(C_2H_5)\cdot[CH(CH_3)_2]GeBr$	301,76	inc.	—	—	130...5/13	ulei; optic activ, D și L	—	—	—
bromtrietilgerman(iu)	$(C_2H_5)_3GeBr$	239,69	inc.	—	−33	190,9	liq.	hidr.	hidr.	sol. bz., et., clf., CCl_4
dibromdietilgermaniu	$(C_2H_5)_2GeBr_2$	290,53	inc.	—	<−33	202	liq.	desc.	desc.	desc. NH_3 liq.; sol. solv. org.
tribrometilgermaniu	$(C_2H_5)GeBr_3$	341,38	inc.	—	<−33	200/763	liq.	desc.	desc.	desc. NH_3 liq.; sol. bz., et.
bromtrifenil germaniu	$(C_6H_5)GeBr$	383,82	inc.	—	138,7	—	hex.	ins.	hidr.	g. sol. lig.; sol. bz., clf.
bromfenildi-*p*-tolilgermaniu	$(CH_3C_6H_4)_2\cdot(C_6H_5)GeBr.$	411,87	inc.	—	119	—	pr.	—	—	—
bromdifenil-izopropil-germaniu	$(C_6H_5)_2(C_3H_7)GeBr$	349,80	inc.	—	—	215...50/13	liq.	—	—	—
brom-tri *p*-fenilil-germaniu	$(C_6H_5C_6H_4)_3GeBr$	612,12	alb	—	242	—	crist.	—	—	sol. bz.

bromtriciclo-hexil-german-(iu)	$(C_6H_{11})_3GeBr$	401,96	inc.	—	110	—	crist.	hidr.	hidr.	sol. al.
dibromdifenil-germaniu	$(C_6H_5)_2GeBr_2$	486,62	inc.	—	—	120/0,007 205...7/512	liq.	hidr.	hidr.	sol. solv. org.
tribromfenil-germaniu	$(C_6H_5)GeBr_3$	389,42	inc.	—	—	120...2/13	liq.	hidr.	hidr.	desc. NH_3 liq., sol solv. org.
bromtrimetil-germaniu	$Ge(CH_3)_3Br$	197,60	inc.	$1{,}544^{18}_{40}$	—25	113,7	liq. uleios n 1,4705	desc.	desc.	sol.solv. org.
bromtritolil-germaniu	$(CH_3C_6H_4)_3GeBr$	425,90	alb	—	78,0...8,9	222...3/1	ace anisotrope	—	—	sol. CCl_4, et., bz.
tetra-*p*-brom-tiofenil-germaniu	$Ge(SC_6H_4Br)_4$	824,88	inc.	—	196,0...6,5	—	crist.	—	—	sol. bz., al. abs.
tribrom-*p*-tolil-german-(iu)	$(CH_3C_6H_4)GeBr_3$	403,45	inc.	—	155...6/13	—	liq.	hidr.	hidr.	desc. NH_3 liq.; sol. solv. org.
dibrom-di-*p*-tolil-german-(iu)	$(CH_3C_6H_4)_2GeBr_2$	414,68	gb. deschis	—	—	230...33/13	liq.	hidr.	hidr.	sol. solv org.
brom-tri-*o*-tolil-german-(iu)	$(CH_3C_6H_4)_3GeBr$	425,90	inc.	—	—	205...10/1	ulei fluorescență albst.	—	—	—
brom-tri-*p*-tolil-german-(iu)	$(CH_3C_6H_4)_3GeBr$	425,90	inc.	—	128...9	—	crist.	—	—	sol. etpet.

1	2	3	4	5	6		8	9	10	11
butiltrifenil-germaniu	$Ge(C_4H_9)(C_6H_5)_3$	361,03	inc.	—	84,5...5,5	—	ace	ins.	ins.	ins. CH_3OH; g. sol. al. izopropilic; sol. etpet. bz., clf., et.
tetra-*n*-butil-germaniu	$Ge(C_4H_9)_4$	301,06	inc.	—	—	178...80/733	liq. uleios	—	—	—
tetra-*p*-*tert*-butiltiofenil-germaniu	$Ge[SC_6H_4C(CH_3)_3]_4$	733,71	inc.	—	155...6	—	tetrag.	—	—	g. sol. al., acet. glac.; sol. etpet., et., act., clf., bz.
biclorură	$GeCl_2$	143,50	alb	—	desc. în Ge + $GeCl_4$		pulb.	desc.	desc.	ins. al., clf.; sol. $GeCl_4$
tetraclorură	$GeCl_4$	214,40	inc.	$1{,}879_{20}^{20}$	−49,5	83,1	liq. *n* 1,464	desc.	desc.	ins. HCl conc. H_2SO_4 conc.; sol. al., et., HCl dil.
clorură de germaniu triacetilacetonat și cupru (I)	$[(C_5H_7O_2)_3Ge]CuCl_2$	504,37	inc.	—	147...8	—	pr.	—	—	sol. clf.

monoclor-german	GeH_3Cl	111,06	inc.	$1{,}75^{-52}$	$-52{,}0$	28,0	liq.	desc.	desc.	ins. al.; desc. baze
diclor-german	GeH_2Cl_2	145,51	inc.	$1{,}90^{-68}$	$-68{,}0$	69,5	liq.	desc.	desc.	ins. al.; desc. baze
triclor-german (germancloroform)	$GeHCl_3$	179,96	inc.	$1{,}93^{0}$	$-71{,}0$	75,2	liq.	desc.	desc.	desc. baze
clortribenzil-german(iu)	$(C_6H_5CH_2)_3GeCl$	381,44	inc.	—	155	—	crist.	—	—	—
clortrietil-german(iu)	$(C_2H_5)_3GeCl$	195,23	inc.	—	<-50	175,9	liq.	hidr.	hidr.	sol. bz., et., clf., CCl_4
diclordietil-german(iu)	$(C_2H_5)_2GeCl_2$	201,62	inc.	—	$-39\ldots-37$	175	liq.	desc.	desc.	desc. NH_3 liq.; sol. solv. org.
tricloretil-german(iu)	$C_2H_5GeCl_3$	208,01	inc.	—	<-33	144/762	liq.	desc.	desc.	desc. NH_3 liq.; sol. bz., et.
diclordifenil-german(iu)	$(C_6H_5)_2GeCl_2$	297,71	inc.	0,71	9	223/12	liq.	hidr.	hidr.	sol. solv. org.
triclorfenil-german(iu)	$(C_6H_5)GeCl_3$	256,06	inc.	—	—	105...6/12	liq.	hidr.	hidr.	desc. NH_3 liq.; sol. solv. org.
clortrifenil-german	$(C_6H_5)_3GeCl$	339,36	alb	—	117...8	285/12	crist.	ins.	hidr.	sol. bz., et.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clortriciclohexil-german(iu)	$(C_6H_{11})_3GeCl$	357,51	inc.	—	102	—	crist.	hidr.	hidr.	sol. CH_3OH
bis-triclorgermanilmetan	$CH_2\ (GeCl_3)_2$	371,93	inc.	—	—	110/18	liq.	hidr.	hidr.	sol. solv. org.
diclorciclopentametilen-germaniu	$(CH_2)_5\ GeCl_2$	213,63	inc.	—	—	55...60/12	liq.	—	—	—
clortritio-*terț*-butil-german(iu)	$Ge[SC(CH)_3]_3Cl$	375,58	inc.	—	66...7	156...7/3-4	crist.	—	—	sol. al., solv. org.
clortri-*m*-tolil-german(iu)	$(CH_3C_6H_4)_3GeCl$	381,44	—	—	84...5	221...4/1	ace mătăsoase; optic activ	—	—	ins. CH_3OH sol. etpet., bz.
clortri-*p*-tolil-german(iu)	$(CH_3C_6H_4)_3\ GeCl$	381,44	alb	—	121	—	crist.	—	—	sol. etpet.
triclor-*p*-tolil-german(iu)	$(CH_3C_6H_4)GeCl_3$	270,08	inc.	—	—	115...6/12	liq.	hidr.	hidr.	desc. NH_3 liq.; sol. solv. org.
clortri-*o*-tolil-german(iu)	$(CH_3C_6H_4)_3GeCl$	381,44	inc.	—	—	216...22/1	ulei	—	—	—
etiltribenzil-germaniu	$Ge(C_2H_5)(CH_2C_6H_5)_3$	375,05	inc.	—	56...7	—	crist.	—	—	sol. CH_3OH

etiltrifenil-germaniu	$Ge(C_2H_5)(C_6H_5)_3$	332,97	inc.	—	78,0... 8,5	—	solid	ins.	ins.	ins. CH_3OH; sol. etpet., et., clf., bz., act.
etiltri-*p*-bifenilil-germaniu	$Ge(C_2H_5)\cdot(C_6H_4C_6H_5)_3$	561,27	inc.	—	154...6	—	crist.	—	—	—
dietildifenil-germaniu	$Ge(C_2H_5)_2(C_6H_5)_2$	284,93	inc.	—	—	316	liq.	ins.	ins.	sol. solv. org.
trietil-fenil-germaniu	$Ge(C_2H_5)_3(C_6H_5)$	236,88	inc.	—	—	116... 7/13	liq.	ins.	—	sol. solv. org.
trietil-(2, 2, 2,)-trifenil-(1, 1, 1)-di-german	$(C_2H_5)_3Ge-Ge(C_6H_5)_3$	463,69	—	—	89,5... 90,5	—	crist. romb.	ins.	—	g. sol. CH_3OH; sol. bz., clf., al. etpet.,
tetraetilfenil-germaniu	$Ge(C_6H_5C_2H_4)_4$	493,23	inc.	—	56...7	—	crist.	—	—	sol. et., al.
etilfenildi-*p*-tolil-germaniu	$Ge(C_2H_5)(C_6H_5)(C_6H_4CH_3)_2$	361,03	alb	—	55	—	crist.	—	—	—
dietil-germaniu-imină	$(C_2H_5)_2GeNH$	145,73	inc.	—	—	100/0,01	liq.	—	—	—
trietil-german	$(C_2H_5)_3GeH$	160,78	inc.	—	—	124,4/751	liq.	ins.	ins.	ins. NH_3 liq., sol. bz., et.
trietil-germanil-imină	$[(C_2H_5)_3Ge]_2NH$	334,57	inc.	—	—	100/0,1	liq.	hidr.	hidr.	ins. NH_3 liq. sol. bz., et., CCl_4 clf.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tetraetilgermaniu	$Ge(C_2H_5)_4$	188,84	inc.	$1{,}198^0$; $0{,}991_{24,5}^{24,5}$	-90	162,5... 3,0	ulei $n^{17,5}$ 1,443; n^0 1,554; n^{30} 1,439	desc.	desc.	sol. et., bz., HCl.
hexaetildigerman	$[(C_2H_5)_3Ge]_2$	319,55	inc.	—	< -60	265/758	liq.	ins.	ins.	sol. et., bz.
dietilgermaniu (oxid)(α)	$[(C_2H_5)_2GeO]_x$	$(146{,}7\ 1)_x$	alb	—	175	—	solid am. stab.	ins.	ins.	ins. solv. org., NH_3 liq.
dietilgermaniu (oxid)(β)	$[(C_2H_5)_2GeO]_3$	440,14	inc.	—	18	—	liq. instab.	ins.	ins.	ins. NH_3 liq., sol. solv. org.
trietilgerman oxid (eter trietilgermanic)	$[(C_2H_5)_3Ge]_2O$	335,55	inc.	—	< -50	253,9	liq.	ins.	ins.	ins. NH_3 liq.; sol. $C_2H_5NH_2$ bz., et., solv. org.
etiloxigerman-oxid (eter)	$(C_2H_5GeO)_2O$	251,30	alb	—	> 300	desc.	pulb.	sol.	sol.	ins. et-pet.; sol. HCl, al.
dietilciclopentametilengermaniu	$(CH_2)_5\ Ge\ (C_2H_5)_2$	200,85	inc.	—	—	52/13	liq.	—	—	—
etilizopropildifenilgermaniu	$Ge(C_2H_5)\ (C_3H_7)\cdot(C_6H_5)_2$	298,95	—	—	175...90	—	liq.	—	—	—
trietil-*p*-tolil germaniu	$Ge(C_2H_5)_3CH_3C_6H_4$	250,91	inc.	—	—	125...6/12	liq.	ins.	—	sol. solv. org.

tetraetoxigermaniu (germanat de etil)	$Ge(OC_2H_5)_4$	252,84	inc.	—	—81	185...7	liq.	—	—	—
octofeniltrigerman	$(C_6H_5)_8Ge_3$	834,62	alb	—	247...8	—	crist.	ins.	insl	sol. bzc., clf.,
difenilgermaniu	$[(C_6H_5)_2Ge]_4$	907,21	alb.	—	294...5	—	crist.	ins.	ins.	ins. et-pet.; g. sol. bz., tol., clf.
trifenilgerman	$(C_6H_5)_3GeH$	304,92	alb	—	α 47; β 27	—	crist. (două forme)	ins.	ins.	g. sol. NH_3 lig.; sol. bz., tol., et., clf., CCl_4
tetrafenilgerman	$Ge(C_6H_5)_4$	381,02	inc.	—	235,7	> 400	tetr.	ins.	ins.	g. sol. et. act., lig.; sol. clf., bz., tol.
hexafenildigerman	$[(C_6H_5)_3Ge]_2$	607,82	alb	—	340	—	crist.	ins.	ins.	ins. NH_3 liq., lig.; g. sol. bzc., clfc.
hexafenildigerman cu 3 C_6H_6	$[(C_6H_5)_3Ge]_2 \cdot 3C_6H_6$	842,16	inc.	—	desc. $-C_6H_6$	—	crist.	ins.	—	sol. bz.
trifenilgermanamidă	$(C_6H_5)_3GeNH_2$	319,93	alb	—	desc. $-NH_3$	—	pp.	desc.	desc.	ins. NH_3 liq.
tritrifenilgermanilamină (nitrură)	$[(C_6H_5)_3Ge]_3N$	925,74	inc.	—	163...4	—	ace	hidr.	hidr.	sol. lig, et., bz.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
trifenilanisilgermaniu	$Ge(C_6H_5)_3(CH_3OC_6H_4)$	411,04	alb	—	158...9	—	solid	—	—	sol. al., acet. glac.
trifenilbenzilgerman(iu)	$Ge(CH_2C_6H_5)(C_6H_5)_3$	395,04	inc.	—	82,5...3,5	—	pl.	ins.	ins.	ins. CH_3OH; g. sol. al. izopropilic; sol. bz., clf. etpet.,
ditrifenilgermanil metan	$[(C_6H_5)_3Ge]_2CH_2$	621,85	inc.	—	132...3	—	pr.	ins.	—	ins. NH_3 liq., al.; sol. bz., etpet., et., clf.
trifenildimetilanilingermaniu	$Ge(C_6H_5)_3C_6H_4N \cdot (CH_3)_2$	424,09	alb	—	140...1	—	ace	—	—	—
trifenilgermanil oxid (eter)	$[(C_6H_5)_3Ge]_2O$	623,82	inc.	—	183...4	—	pl.	ins.	ins.	sol. bz., lig., et.
trianhidrotetrakisdifenilgermandiol	$[HO\text{-}Ge(C_6H_5)_2 \cdot OGe(C_6H_5)_2]_2O$	989,23	—	—	149	—	—	—	—	sol. acetat de etil
tetraanhidrotetrakisdifenilgermandiol (octafeniloxagermaocan)	$[Ge(C_6H_5)_2O]_4$	971,21	—	—	218	—	mcl. pr. cub.	—	—	sol. et., etpet., acetat de etil

trifenilgermaniu oxisodiu	$Ge(C_6H_5)_3ONa$	342,90	alb	—	—	—	solid	desc.	desc.	ins. NH_3 liq.
trifenilgermaniu sodiu	$Ge(C_6H_5)_3Na$	326,90	gb. deschis	—	—	—	—	desc.	desc.	g. sol. et., bz.; sol. NH_3 liq.
trifenilgermaniu sodiu cu $3NH_3$	$Ge(C_6H_5)_3Na \cdot 3NH_3$	377,99	gb.	—	desc.	—	solid	desc.	desc.	sol. NH_3 liq.
feniltri-*p*-tolil-germaniu	$Ge(C_6H_5)(C_6H_4CH_3)_3$	423,10	alb	—	191	—	pr.	ins.	ins.	sol. solv. org.
trifenil-*m*-tolil-germaniu	$Ge(C_6H_5)_3(C_6H_4CH_3)$	395,04	alb	—	136,5...8,5	—	ace anisotropice	ins.	ins.	ins. CH_3OH; sol. bzc., etpet.
trifenil-*p*-tolil-germaniu	$Ge(C_6H_5)_3(C_6H_4CH_3)$	395,04	alb	—	123...4	—	solid	—	—	sol. solv. org.
tetrafenoxigermaniu	$Ge(OC_6H_5)_4$	445,01	inc.	—	—	210...20/0,3	ulei	—	—	sol. bz.
bifluorură	GeF_2	110,59	alb	—	desc. > 350	subl.	crist. higr.	sol.	sol.	—
tetrafluorură	GeF_4	148,58	inc.	6,65 g/l	subl.	—	gaz sau solid nu este liq. la pres. atm.	sol. desc. în $GeO_2 + H_2GeF_6$		—
tetrafluorură	$GeF_4 \cdot 3H_2O$	202,63	alb	—	desc.	—	crist. delic.	sol.	sol.	—
fluortribenzilgerman(iu)	$(C_6H_5CH_2)_3GeF$	364,99	inc.	—	96	—	ace	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fluortriclorgerman	$GeCl_3F$	197,95	inc.	—	−49,8	37,5	liq.	desc.	—	sol. al. abs.
difluordiclorgerman	$GeCl_2F_2$	181,49	inc.	—	−51,8	−2,8	gaz	desc.	—	sol. al. abs.
trifluorclorgerman	GeF_3Cl	165,04	inc.	—	−66,2	−20,3	gaz	desc.	—	sol. al. abs.
trifluoretilgermaniu	$C_2H_5GeF_3$	158,65	inc.	—	−16,5...15,5	112/750	liq.	desc.	desc.	desc. NH_3 liq.; sol. bz., et.
fluortrietil german(iu)	$(C_2H_5)_3GeF$	178,77	inc.	—	—	149,0/751	liq.	hidr.	hidr.	sol. bz., et., clf., CCl_4
fluortrifenilgerman	$(C_6H_5)_3GeF$	322,91	alb	—	76,6	—	crist.	ins.	hidr.	ins. NH_3 liq.; sol. bz., et., lig., clf.
difluordifenilgermaniu	$(C_6H_5)_2GeF_2$	264,80	inc.	—	—	100/0,007	liq.	hidr.	hidr.	sol. solv. org.
fluortriciclohexilgerman(iu)	$(C_6H_{11})_3GeF$	341,05	inc.	—	92	—	—	hidr	hidr.	sol. CH_3OH
hidroxitrifenilgerman(iu)	$(C_6H_5)_3GeOH$	320,92	alb	—	134,2	—	crist.	ins.	ins.	g. sol. lig.; sol. bz., clf.
hidroxitriciclohexilgerman(iu)	$(C_6H_{11})_3GeOH$	339,06	—	—	176...7	—	—	—	—	sol. al. bz., etpet.

hidroxitritolil-german(iu)	$(CH_3C_6H_4)_3GeOH$	363,00	—	—	—	212...4/1	pulb. am.	—	—	—
monohidrură	GeH	73,60	br.	—	desc. 165	ușor expl.	pulb.	ins.	ins.	ins. NaOH; sol. HNO_3, H_2O_2
hidrură (digerman)	Ge_2H_6	151,23	—	gaz $6,74^{20}$ g/l; liq. $1,98^{-109}$	−109	29	liq.	desc.	—	—
hidrură (trigerman)	Ge_3H_8	225,83	inc.	2,2	−106,5	110,5	liq.	ins.	—	sol. CCl_4
tetrahidrură (monogerman)	GeH_4	76,62	inc.	3,43g/l liq. $1,532^{-142}$	−165,0	−90,0 (−126)	gaz	ins.	ins.	g. sol. HCl c sol. NaOCl.
imidă	$Ge(NH)_2$	102,63	alb	—	desc. 150	—	pulb. am.	desc. în $NH_3 + GeO_2$	—	—
biiodură	GeI_2	326,40	gb.	—	subl. desc.	—	hex.	sol.	desc.	g. sol. clf., CCl_4; sol. ac. dil., HI conc.
tetraiodură	GeI_4	280,21	gb.	$4,322^{26}_{26}$	144,0	desc.	cub.	sol., hidrolizează încet	desc.	g. sol. HCl conc., KOH; sol. bz., CS_2, CCl_4
iodtribenzil german (iu)	$(C_6H_5CH_2)_3GeI$	472,90	inc.	—	141	—	crist.	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
iodtrietil-german(iu)	$(C_2H_5)_3GeI$	286,68	inc.	—	<-50	212,3	liq.	hidr.	hidr.	ins. NH_3 liq.; sol. bz., et., CCl_4, clf.
diiod dietil-germaniu	$(C_2H_5)_2GeI_2$	384,52	inc.	—	−2..−1	252	liq.	desc.	desc.	desc. NH_3 liq, sol. solv. org.
triiodetil-germaniu	$C_2H_5GeI_3$	482,37	gb.	—	−2,5... 1,5	281/755; desc. > 350	liq.	desc.	desc.	desc. NH_3 liq. sol. bz., et.
iodtrifenil-german(iu)	$(C_6H_5)_3GeI$	430,81	alb	—	157	—	crist.	hidr.	hidr.	sol. bz., et.
triiodfenil-germaniu	$(C_6H_5)GeI_3$	530,41	alb	—	55...6	—	solid desc. la lumină	hidr.	hidr.	desc. NH_3 liq.; sol. acet. glac., solv. org.
iodtriciclo-hexil-german(iu)	$(C_6H_{11})_3GeI$	448,96	inc.	—	99...100	—	crist.	hidr.	hidr.	sol. CH_3OH
triiod-*p*-tolil-german(iu)	$(CH_3C_6H_4)$ GeI_3	544,44	inc.	—	72	—	crist. sensibil la lumină	hidr.	hidr	desc. NH_3 liq.; sol. solv. org.
metiltrifenil-germaniu	$Ge(CH_3)$ $(C_6H_5)_3$	318,95	inc.	—	70,5...1,0	—	crist. transparente	ins.	ins.	ins. CH_3OH, NH_3, liq. sol bz., et., clf., etpet

trimetilfenil-germaniu	$Ge(CH_3)_3(C_6H_5)$	194,80	inc.	—	—	182...3	liq.	ins.	—	sol. solv. org.
tetrametil-german(iu)	$Ge(CH_3)_4$	132,73	inc.	$1,006^0$	−88	43,3	liq.	—	—	sol. al., et. bz.
trimetil-stanil-trifenil germaniu	$(CH_3)_3SnGe\cdot(C_6H_5)_3$	467,71	alb.	—	88	—	crist.	ins.	—	ins. NH_3 liq.; g. sol. al.; sol. etpet., CCl_4, clf., bz.
oxid	GeO	88,59	n.	—	subl. 710	—	pulb. crist.	ins.	ins.	ins. ac., baze; sol Cl_2 aq. H_2O_2 + + NaOH
bioxid (solubil)	GeO_2	104,59	inc.	$4,703^{18}$	1115,0	—	hex.	0,477/25	1,0/100	sol. ac., baze
bioxid (insolubil)	GeO_2	104,59	—	6,239	1086±5	—	tetr.	ins.	—	ins. HF, HCl; g. sol. NaOH
oxiclorură	$GeOCl_2$	159,50	ins.	—	−56,0	desc. >20	liq.	desc.	desc.	ins. în toți solv.
bis(oxi-5-di-tio-2, 8-ocan) germaniu	$[(SCH_2CH_2)_2O]_2Ge$	345,06	inc.	—	159,0... 9,5	—	crist.	—	—	sol. bz., al. abs.
nitrură	Ge_3N_2	245,78	n.	—	—	subl. >650	crist.	—	—	—
nitrură	Ge_3N_4	273,80	alb br. strălucitor	—	desc. 450	—	pulb.	ins.	ins.	ins. ac., baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
n-propiltrifenil-germaniu	$Ge(C_3H_7)(C_6H_5)_3$	347,00	inc.	—	86,0...6,5	—	ace	ins.	ins.	ins. CH_3OH, NH_3 liq.; g. sol. al. izopropilic; sol. clf., bz., etpet.
tetra-*n*-propil-germaniu	$Ge(C_3H_7)_4$	244,95	inc.	$0,9539_{20}^{20}$	−73	225/746	liq. mobil $n^{17,5}$ 1,451	—	—	—
bis-propionil-aceton-diclor german	$[CHC_2(C_2H_5)(CH_3)O_2]_2GeCl_2$	369,77	alb	—	128...9	—	pulb. crist.	—	—	ins. et-pet. ;sol. clf.
tetra-N-(1)-pirolil-germaniu	$Ge(C_4H_4N)_4$	336,92	gb. deschis	—	202	—	crist.	—	—	sol. et-pet., clf.
monosulfură	GeS	104,65	—	am. 3,31 romb. $4,01_{14}^{14}$	530	subl. > 430	am. gb. rş. sau romb. bipiramidal n.	ins.	ins.	g. sol. NH_4OH; sol. HCl, baze, sulfuri alcaline
bisulfură	GeS_2	136,72	alb	$2,94^{14}$	aprox. 800	subl. > 600	pulb.	g. sol. desc. lent,	desc. în GeO_2 + H_2S	ins. al., et., ac.; sol. baze, sulfuri alcaline
sulfură de tribenzil-german(il) (tioeter)	$[(C_6H_5CH_2)_3Ge]_2S$	724,04	inc.	—	124	—	crist.	—	—	ins. baze; sol. al., CH_3OH, bz.

sulfură de tribifenilil-german(il) (tioeter)	$[C_6H_5 \cdot C_6H_4)_3Ge]_2S$	1096,48	inc.	—	238	—	crist.	—	—	ins. baze; sol. solv. org.
sulfură de trietil-germaniu	$[(C_2H_5)_3Ge]_2S$	351,62	inc.	—	—	148...50/12	liq. uleios	—	—	ins. baze; sol. solv. org.
sulfură de trifenil-germaniu	$[(C_6H_5)_3Ge]_2S$	639,88	inc.	—	138	—	crist.	—	—	ins. baze; sol. solv. org.
disulfură de triciclohexil-germaniu	$[(C_6H_{11})_3Ge]_2$	708,24	inc.	—	87...8	—	crist.	ins.	—	sol. al. abs.
sulfură de tri-tolilgermaniu	$[(C_6H_4CH_3)_3Ge]_2S$	724,05	inc.	—	156...7	—	crist.	—	—	ins. baze; sol. solv. org.
tetratrienil-2-germaniu	$Ge(C_4H_3S)_4$	405,12	alb	—	149...50	—	ace cu refracție dublă	ins.	ins.	ins. et. pet.; g. sol. al., CH_3OH; sol. bz., tol., act., clf., CCl_4
tetratioizobutil-germaniu	$Ge[SCH_2CH(CH_3)_2]_4$	429,31	—	$1,0984^{25}$	—	199...200/4...5	liq. n^{25} 1,5381	—	—	sol. al.
tetratio-*n*-butil-germaniu	$Ge[S(CH_2)_3CH_3]_4$	429,31	—	$1,1072^{25}$	—	222,5/4,5	liq. n^{25} 1,5439	—	—	sol. al. abs.
tetratio-*sec*-butil-germaniu	$Ge[SCH(CH_3)_3 \cdot (C_2H_5)]_4$	429,31	—	$1,1119^{25}$	—	200,5/4	liq. n^{25} 1,5497	—	—	sol. bz.
tetratio-*terț*-butil-germaniu	$Ge[SC(CH_3)_3]_4$	429,31	—	—	172...3	subl. 170/4	coloane tetr.	—	—	sol. al. abs.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tetratiocetil-germaniu	$Ge[SCH_2(CH_2)_{14} \cdot \cdot CH_3]_4$	1102,61	alb	—	50...1	—	crist.	—	—	g. sol. act., al., acet.glac. sol. clf., bz., et. etpet.,
tetratiociclo-hexil-germaniu	$Ge(SC_6H_{11})_4$	533,46	—	α 1,270^{15}; β1,259^{15}	84 88	— —	α(stabil) tetr.; β(metastabil) mcl.	ins.	—	sol. al. abs., etpet.
tetratioetil-germaniu	$Ge(SC_2H_5)_4$	317,09	—	1,2574^{35}	—	164,5... 5,0/5	liq. n^{25} 1,5886	—	—	sol. bz.
tetratiofenil-germaniu	$Ge(SC_6H_5)_4$	509,27	inc.	—	101,5	—	crist. romb. n 1,7348; 1,7821	—	—	sol. bz., al. abs., CH_3OH
tetratiometil-germaniu	$Ge(SCH_3)_4$	260,99	—	1,4364^{25}	−3	138...40/4	liq. n^{25} 1,6379	—	—	sol. al., bz.
tetratiopropil-germaniu	$Ge(SC_3H_7)_4$	373,20	—	1,1662^{25}	—	191...2/5	liq. n^{25} 1,5612	—	—	sol. al. abs.
tetratioizopropil-germaniu	$Ge[SCH(CH_3)_2]_4$	373,20	—	1,1478^{25}	15	162...64/4	liq. n^{25} 1,5535	—	—	sol. al. abs.
tetratio-*p*-tolil-germaniu	$Ge(SC_6H_4CH_3)_4$	565,38	inc.	—	110...11	—	crist. romb. n 1,726; 1,7716	—	—	sol.bz.,al. abs.
tri-*m*-tolil-germanil oxid (eter)	$[(CH_3C_6H_4)_3Ge]_2O$	707,98	alb.	—	125,0... 5,2	—	crist.	ins.	ins.	sol. al., bz., etpet.

tri-*m*-tolil-*p*--tolil-german(iu)	$Ge(C_6H_4CH_3)_3 \cdot (C_6H_4CH_3)$	437,13	alb	—	98,5... 100,5	—	solid	—	—	sol. CH_3OH
tri-*p*-tolil-germanil oxid (eter)	$[(CH_3C_6H_4)_3Ge]_2O$	707,98	alb	—	148...50	—	pr. anisotropice	ins.	ins.	g. sol. al., CH_3OH; sol. lig. c., bzc.
tri-*p*-tolil-*o*-tolil-german(iu)	$Ge(C_6H_4CH_3)_3 \cdot (C_6H_4CH_3)$	437,13	alb	—	164...6	—	crist.	—	—	—
tetra-*o*-tolil-germaniu	$Ge(C_6H_4CH_3)_4$	437,13	alb	—	175...6	—	crist. hex.	ins.	ins.	ins. etpet., al.; g. sol. alc.; sol. CCl_4, bz., xilen
tetra-*m*-tolil-germaniu	$(Ge(C_6H_4CH_3)_4$	437,13	alb	—	146	—	ace	ins.	ins.	g. sol. CH_3OH; sol. bz., tol., CCl_4
tetra-*p*-tolil-germaniu	$Ge(C_6H_4CH_3)_4$	437,13	alb	—	227	—	pl. rombdr.	ins.	ins.	sol. bz.
hexa-*p*-tolil-digerman	$(CH_3C_6H_4)_6Ge_2$	691,98	inc.	—	226...7	—	crist.	—	—	—
Hafniu $Z=72$ valență IV	Hf	178,49	cșiu.	13,3	1700	>3200	hex.	ins.	—	—
carbură	HfC	190,50	—	—	4160	—	—	—	—	—
oxid (hafnia)	HfO_2	210,49	alb	9,68	2810	—	cub.	ins.	—	—
oxiclorură	$HfOCl_2 \cdot 8H_2O$	409,52	inc.	—	—	—	—	sol.	—	—
Heliu $Z=2$ valență 0	He	4,003	inc.	$0,1785^0$ g/l; liq. $0,147^{-270,8}$	$-272,2/26$ atm	$-268,9$	gaz inert inodor	$0,94 cm^3/0$ $0,94 cm^3/25$	$1,05 cm^3/50$ $1,21 cm^3/75$	ins. al. adsorbit de Pt

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hidrogen $Z = 1$ valență I (v. 7.3)	H_2	2,016	inc.	0,0899 g/l, liq. 0,070	−259,14	−252,8	gaz, cub. solid	2,14cm³/0 1,91cm³/25	0,85cm³/80 1,89cm³/50	6,925cm³al.
peroxid (apă oxigenată)	H_2O_2	34,01	inc.	$1,4709_4^0$	−0,41	150,2	liq. n^{25} 1,4067	∞	—	ins. et-pet; sol. al., et.
oxid (apă)	H_2O	18,02	inc.	$1,000_4^4$	0,000	100,00	liq. sau hex. crist. liq. n 1,333 solid n 1,309; 1,313	—	—	∞al.; sol. et.
Hidrogen greu (Deuteriu) $Z = 1$ valanță 1 (v. 7.3)	D_2 sau H_2	4,03	inc.	—	−254,6/121	−249,7	gaz	g. sol	—	—
oxid (apă grea)	D_2O	20,03	inc.	1,1052	3,80	101,42	liq.	—	—	—
Hidrazină	$NH_2 \cdot NH_2$	32,05	—	liq. $1,011^{15}$	1,4	113,5	liq. inc. sau crist. albe n^{22} 1,470	sol.	—	sol. al.
azidă	$N_2H_4 \cdot HN_3$	75,08	—	—	75,4	—	deliq.	sol.	sol.	sol. al.
monoclorhidrat	$N_2H_4 \cdot HCl$	68,51	alb	—	89	—	ace	sol.	—	g. sol. al.
biclorhidrat	$N_2H_4 \cdot 2HCl$	104,97	inc.	1,42	198	—	cub.	270,4/23	sol.	g. sol. al.

fluorogermanat	$2N_2H_4 \cdot H_2GeF_6$	252,69	—	$2{,}406^{25}_{25}$	—	—	mcl. pr. *n* 1,452; 1,460; 1,464	sol.	—	—
fluorosilicat	$N_2H_4 \cdot H_2SiF_6$	176,14	—	—	desc. 186	—	crist.	sol.	—	g. sol. al
formiat	$N_2H_4 \cdot 2CH_2O_2$	124,10	—	—	128	—	cub.	sol.	—	—
hipofosfat	$N_2H_4 \cdot 2H_2PO_3$	194,02	—	—	152	—	—	—	—	—
ortofosfat	$N_2H_4 \cdot H_3PO_4$	130,04	—	—	82	—	—	—	—	—
ortofosfit	$N_2H_4 \cdot H_3PO_3$	114,04	—	—	36	—	—	—	—	—
ortofosfit	$N_2H_4 \cdot 2H_3PO_3$	196,04	—	—	82	—	—	—	—	—
hidrat	$N_2H_4 \cdot H_2O$	50,06	—	$1{,}03^{21}$	< -40	118,5/740	liq. inc. fumegător sau cub. crist.	∞	∞	ins. et., clf.; sol. al.
mononitrat	$N_2H_4 \cdot HNO_3$	95,06	inc.	—	70,7	sub. 140	dimorf, ace	sol.	—	g. sol.al.
binitrat	$N_2H_4 \cdot 2HNO_3$	158,07	inc.	—	104 desc.	—	crist.	sol.	—	—
oxalat	$2N_2H_4 \cdot C_2H_2O_4$	154,12	alb.	—	148	—	ace	200/35	—	ins. et.; sol. al. 0,0003/22
picrat	$N_2H_4 \cdot HC_6H_2N_3O_7$ $1/2\ H_2O$	270,16	—	—	201,3	—	—	sol.	sol.	—
seleniat	$N_2H_4 \cdot H_2SeO_4$	177,02	inc.	—	—	—	pulb. crist.	g. sol.	sol.	—
sulfat	$2N_2H_4 \cdot H_2SO_4$	162,17	inc.	—	85	—	crist.	sol.	—	ins. al.
sulfat	$N_2H_4 \cdot H_2SO_4$	130,12	inc.	1,37	254	—	romb.	3,05/32	sol.	ins. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hidrazoic, acid (azoimidă) v. azot-hidric, acid										
Hidroxilamină	NH_2OH	33,03	—	1,204	33,05	56,5/22	ace albe sau liq. inc. deliq. liq. n^{235} 1,440	sol.	desc.	g. sol. et. clf., bz., CS_2; sol. al., ac., CH_3OH
clorhidrat	$NH_2OH \cdot HCl$	69,49	inc.	$1,67^{17}$	151	desc.	mcl	83/17	sol.	ins. et.; sol. al. glic., CH_3OH
fluorogermanat	$2NH_2OH \cdot H_2GeF_6$ $2H_2O$	290,69	—	$2,229_{25}^{25}$	—	—	mcl. pr. n 1,418; 1,438; 1,443	sol.	—	sol. al. abs.
fluorosilicat	$2NH_2OH \cdot H_2SiF_6 \cdot$ $\cdot 2H_2O$	246,17	—	—	—	—	solzi	sol.	—	ins. al.
nitrat	$NH_2OH \cdot HNO_3$	96,04	alb	—	48	desc. < 100	—	sol.	desc.	sol. al.
sulfat	$2NH_2OH \cdot H_2SO_4$	164,14	inc.	—	170	desc.	mcl.	32,9/0	68,5/90	g. sol. al.; sol. et.
Holmiu $Z = 67$ valență III	Ho	164,93	—	8,799	~1500	2300	săruri galbene	ins.	ins.	sol. ac.
bromură	$HoBr_3$	404,66	gb. deschis	—	914	1470	—	sol.	sol.	—

clorură	Ho_3Cl_3	271,29	gb. deschis	—	718	—	—	—	—	—
fluorură	HoF_3	221,93	gb. deschis	—	1360	> 2200	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
iodură	HoI_3	545,64	gb. deschis	—	1010	1300	—	sol.	sol.	—
oxalat	$Ho_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	774,04	gb. deschis	—	$-H_2O$, 40	desc.	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
oxid	Ho_2O_3	377,86	gb. br.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
Indiu $Z = 49$ valență I, II, III	In	114,82	argintiu alb	7,30	156,4	2000±10	tetr. met. moale	ins.	ins.	g. sol. NaOH; sol. ac.
Combinațiile indiu (I)										
bromură	InBr	194,73	rş. br.	$4,96^{25}$	220	662 subl.	solid	desc.	—	sol. ac.
clorură	InCl	150,27	1) gb. 2) rş închis	1) $4,19^{25}$ 2) $4,18^{25}$	225±1	550 (608)	delic.	desc.	desc.	sol. ac.
iodură	InI	241,72	br. rş.	5,31	351	711...5	solid	—	desc. încet.	ins. al., clf., et.; sol. ac. dil.
oxid	In_2O	245,64	n.	$6,99^{25}$	subl. în vid 656... ...700	—	crist.	—	—	sol. HCl.
sulfură	In_2S	261,70	gb. spre n.	$5,87^{25}$	653±5	—	ace	—	—	—
Combinațiile indiu (II)										
dibromură	$InBr_2$	274,64	gb. deschis	$4,22^{25}$	235	632 subl.	solid	desc.	—	sol. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
diclorură	$InCl_2$	185,73	alb	$3{,}655^{25}$	235	550...70	crist. delic.	desc.	desc.	—
diiodură	InI_2	368,63	—	$4{,}71^{25}$	212	—	—	—	—	sol. ac.
oxid	InO	130,82	alb cșiu.	—	—	—	—	ins.	—	sol. ac.
sulfură	InS	146,88	n.	$5{,}18^{25}$	692 ± 5	subl. în vid 850	—	—	—	sol. HCl, HNO_3
Combinațiile indiu (III)										
tribromură	$InBr_3$	354,55	alb gb.	$4{,}74^{25}$	436 ± 2	subl. ușor	ace delic.	sol.	—	—
cianură	$In(CN)_3$	192,87	alb	—	—	—	pp.	nestabil	—	ins. ac.: dil.; g. sol. NaOH, sol. HCN
perclorat	$In(ClO_4)_3 \cdot 8H_2O$	557,29	inc.	—	aprox. 80	desc. 200	crist. delic.	sol.	desc.	g. sol. et.; sol. al. abs.
triclorură	$InCl_3$	221,18	alb	4(3,46)	586; subl. <400	volat. 600	pl. delic.	sol.	sol.	g. sol. al., et.
fluorură	InF_3	171,82	—	$4{,}39^{25} \pm 0{,}01$	1170 ± 10	> 1200	—	—	—	—
fluorură	$InF_3 \cdot 3H_2O$	225,86	—	—	$-3H_2O$, 100	—	crist.	86,4	—	ins. al., et; sol. ac.
fluorură	$InF_3 \cdot 9H_2O$	333,95	alb	—	desc.	—	ace	g. sol.	desc.	ins. al., et.; sol. HCl, HNO_3

hidroxid	$In(OH)_3$	165,84	alb	—	$-H_2O$, <150	—	pp.	ins.	—	ins. NH_4OH; g. sol. NaOH; sol. ac.
iodat	$In(IO_3)_3$	639,53	alb.	—	—	desc.	crist.	0,067/20	—	sol. H_2SO_4 dil., HNO_3
triiodură	InI_3	495,53	gb.	4,69	210±2 (199)	—	crist. delic.	sol. nestab.	sol.	sol. ac., clf., bz.; xilen
trimetilindiu	$In(CH_3)_3$	159,93	inc.	$1{,}568_{19}^{19}$	89,0…9,8	subl.	crist.	desc.	—	sol. et.
nitrat	$In(NO_3)_3 \cdot 3H_2O$	354,88	—	—	$-2H_2O$, 100	desc.	pl. delic.	sol.	—	sol. al.
nitrat	$In(NO_3)_3 \cdot 4\,1/2H_2O$	381,90	—	—	$-4\frac{1}{2}H_2O$, 100	desc.	ace delic.	sol.	sol.	sol. al.
oxid	In_2O_3	277,64	—	7,179	desc. 850	volat.	rş. br. c.; gb. deschis r. am. sau trig.	ins.	—	am. sol. ac.; crist ins. ac.
seleniat	$In_2(SeO_4)_3 \cdot 10H_2O$	838,67	—	—	—	—	crist. delic.	sol.	—	—
sulfat	$In_2(SO_4)_3$	517,82	alb cşiu.	3,438	—	—	pulb. mel. pr. higr.	sol.	sol.	—
sulfat	$In_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	679,96	—	—	—	desc. 250	—	sol.	—	—
dihidrogen sulfat	$In_2(SO_4)_3 \cdot H_2SO_4 \cdot 7H_2O$	742,01	—	—	$-H_2SO_4$ $+7H_2O$, aprox. 250	—	romb.	sol.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfit bazic	$2In_2O_3\cdot 3SO_2\cdot 8H_2O$	891,59	—	—	$-3H_2O$, 100	$-8H_2O$, 260	crist.	ins.	—	sol. ac.
sulfură	In_2S_3	325,83	—	4,90	1050	subl. aprox. 850 în vid înaintat	crist. rş.; pp. gb.	ins.	—	g. sol. Na_2S; sol. ac.
Iod $Z = 53$ valenţă I, III, V, VII	I_2	253,81	v. n. strălucitor	4,93	113,7	184,35	romb. *n* 3,34	0,029/20	0,078/50	20,5/15 al.; 20,6/17 et.; sol. clf., glic. CS_2, KI
monobromură	IBr	206,81	cşiu. închis	$4{,}4157^{0}$	(42); subl. 50	116	crist.	sol. desc	—	sol. al., clf. et.; CS_2
tribromură	IBr_3	366,63	br. închis	—	—	—	liq.	sol.	—	sol. al.
cianură (iodcian)	ICN	152,92	alb.	—	—	—	crist.	g. sol.	g. sol.	sol. al., et.
monoclorură α	ICl	162,36	—	$3{,}1822^{0}$	27,2	97,4	cub. ace rş. închis; liq. uleios rş. br.	desc. în HIO_3 + + Cl		sol. al., et., CS_2, HCl
monoclorură β	ICl	162,36	br. rş.	liq. $3{,}24^{34}$	13,92	97,4	romb. pl. şase feţe	desc.	—	sol. al.; et., HCl
triclorură	ICl_3	233,26	gb. br. rş.	$3{,}117^{15}$	101/16 at	77 desc.	romb. delic.	sol. desc.	—	sol. al., acet., et., bz., CCl_4

pentafluorură	IF_5	221,90	inc.	3,5	—8	97	liq.	desc.	desc.	desc. ac.; baze
heptafluorură	IF_7	259,89	inc.	liq. $2,8^{6}$	5,5	4,5 subl.	crist. sau liq.	sol., desc.	desc.	desc. ac., baze
iodhidric, acid	HI	127,91	—	$5,66^{0}$g/l; liq. $2,85^{-4,7}$	—50,8	-35,38/4at	gaz. inc. sau liq. gb. deschis. *n* 1,466	42,5cm³/10	sol.	sol. al.
iodhidric, acid (azeotrop)	HI(57%) + H_2O	—	inc. sau gb. deschis	$1,70^{15}$	—	127/774	liq. fumegător	—	—	—
iodhidric, acid cu $2H_2O$	$HI \cdot 2H_2O$	163,94	inc.	—	—43	—	liq.	∞	—	—
iodhidric, acid cu $3H_2O$	$HI \cdot 3H_2O$	181,96	inc.	—	—48	—	liq.	∞	—	—
iodhidric, acid cu $4H_2O$	$HI \cdot 4H_2O$	199,97	inc.	—	—36,5	—	liq.	∞	—	—
iodic, acid	HIO_3	175,91	—	$4,629^{0}$	110	—	romb. inc. sau pulb. crist. gb. deschis	286/0	472/80	ins. al. abs. et., clf.; g. sol.HNO_3 sol. al. 87%
metaperiodic acid	HIO_4	191,91	inc.	—	—	subl. 110	—	sol.		—
ortoparaperiodic, acid	H_5IO_6 (sau $HIO_4 \cdot 2H_2O$)	227,94	alb	—	desc. 140	—	mcl. delic.	sol.	sol.	sol. al., et.
iodoplatinic, acid (hexaiodoplatinic, acid)	$H_2PtI_6 \cdot 9H_2O$	1120,67	n.	—	<100	—	mcl. delic.	sol., desc.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hipoiodos, acid	HOI	143,91	gb. verzui	—	—	—	numai în soluție	—	—	—
bioxid	IO_2 (sau I_2O_4)	158,90	gb.	$4{,}2^{10}_{10}$	desc. lent 75; rapid 130	—	crist.	desc. în	HIO_3+I_2	ins. al., et.; g. sol. act.; sol. H_2SO_4
pentoxid	I_2O_5	333,81	alb	$4{,}799^{25}$	desc. 300...50	—	trim.	187,4/13	—	ins. al. abs., et., clf. CS_2; g. sol. al. dil.
nonoxid (tetraiod monoxid)	I_4O_9	651,61	gb.	—	75 desc.	—	pulb. higr.	—	—	—
disulfură	I_2S_2	317,96	cșiu. închis	—	—	—	luciu met.	—	—	sol. CS_2
Iridiu *Z* = 77 valență III, IV, VI	Ir	192,2	alb argintiu met.	22,421	2454	> 4800	cub.	ins.	ins.	ins. ac., aq. reg.
tribromură	$IrBr_3 \cdot 4H_2O$	503,99	vd.măsliniu	—	$-3H_2O$, 100	—	crist.	sol.	—	ins. al.
tetrabromură	$IrBr_4$	511,84	albst.	—	desc.	—	delic.	sol. desc.	—	sol. al.
diclorură	$IrCl_2$	263,11	vd. albst.	—	desc. 773	—	crist., existență probabilă	sol.	—	ins. ac., baze
triclorură	$IrCl_3$	298,56	vd. măsliniu	5,30	desc. 763	—	—	ins.	—	ins. ac., baze

tetraclorură	$IrCl_4$	334,01	br. închis	—	desc.	—	am. higr.	sol.	desc.	sol. al., HCl dil.
hexafluorură	IrF_6	306,19	gb.	6,0	44,4(30)	53	sticlă sau tetr.	desc.	desc.	—
triiodură	IrI_3	572,91	vd.	—	—	—	—	g. sol.	sol.	g. sol. al
tetraiodură	IrI_4	699,82	n.	—	desc. 100	—	—	ins.	ins.	ins. al.; sol. KI
sesquioxid	Ir_2O_3	432,90	albst. n	—	—O, 400	—	existență probabilă	ins.	—	ins. baze; sol. H_2SO_4, HCl c.
sesquioxid	$Ir_2O_3 \cdot xH_2O$	—	vd. măsliniu	—	desc.	—	—	ins.	—	sol. ac., baze
bioxid	IrO_2	224,20	n.	3,15	desc.	—	tetr.	ins.	ins.	ins. ac., baze
bioxid	$IrO_2 \cdot 2H_2O$ [sau $Ir(OH)_4$]	260,23	albst. indigo	—	$-2H_2O$ 350	—	—	ins.	ins.	sol. HCl
sulfat	$Ir_2(SO_4)_3\ xH_2O$	—	gb.	—	desc.	—	pr.	sol.	—	—
monosulfură	IrS	224,26	albst. n.	—	desc.	—	—	ins.	—	ins. ac.; sol. K_2S
sesquisulfură	Ir_2S_3	480,59	br. albst.	—	desc.	—	—	g. sol.	—	sol. K_2S HNO_3,
disulfură	IrS_2	256,33	br.	—	desc. 300	—	—	ins.	—	ins. ac.; sol. aq. reg.
hidrogen-sulfură	$Ir(HS)_3 \cdot 2H_2O$	327,45	br.	—	desc.	—	—	ins.	—	sol. HNO_3

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kripton *Z* = 36 valența O	Kr	83,80	inc.	3,708g/l liq. 2,155$^{-152,9}$	−156,6	−152,9	gaz inert	11cm³/0 6,0cm³/25	4,67cm³/50	—
Lantan *Z* = 57 valență III	La	138,91	cșiu. de Pb met.	6,162	920	4200	—	ins.	ins.	sol. ac.
acetat	$La(C_2H_3O_2)_3 \cdot 11/2H_2O$	343,07	—	—	—	—	—	16,88/25	—	—
hexaborură	LaB_6	203,78	rș. purpuriu met.	2,61	2210	desc.	cub.	ins.	ins.	ins. HCl
bromat	$La(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	684,81	—	—	37,5	$-7H_2O$, 100	pr. hex.	28,5/15	—	ins. al.
bromură	$LaBr_3$	378,64	—	5,057^{25}	783	1570	—	sol.	sol.	—
bromură	$LaBr_3 \cdot 7H_2O$	504,74	inc.	—	—	—	crist.	sol.	—	ins. et.; sol. al
carbonat	$La_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$	601,97	alb	—	—	—	tricl.	ins.	—	ins. act.; g. sol. CO_2 aq.; sol. ac. dil.
carbură	LaC_2	162,93	gb	5,02	—	—	crist.	desc.	desc.	ins. HNO_3 conc.; sol. H_2SO_4
triciclopentadienil lantan	$(C_5H_5)_3La$	334,20	inc.	—	395 desc.	subl. 220/10^{-4}	crist. (la aer se oxidează lent)	desc.	—	ins. hidrocarburi; sol. tetrahidrofuran, glicoldimetileter

clorură	$LaCl_3$	245,27	alb	$3,842^{23}$	852	1750	crist. delic.	sol.	sol.	ins. et., bz.; sol. al., py..
clorură	$LaCl_3 \cdot 7H_2O$	371,38	alb	—	desc. 91	—	tricl. higr.	sol.	sol.	sol. al.
perclorat de hexaantipirin lantan	$[La(C_{11}H_{12}N_2O)_6]\cdot(ClO_4)_3$	1566,65	inc.	—	290...5 desc.	—	crist. hex.	1,50/20	—	—
fluorură	LaF_3	195,91	—	—	1430	2330	—	ins.	ins.	—
hidroxid	$La(OH)_3$	189,93	alb	—	desc.	—	pulb.	ins.	—	sol. ac.
iodat	$La(IO_3)_3$	663,62	inc.	—	—	—	—	1,7/2,5	—	—
iodură	LaI_3	519,62	—	$5,057^{25}$	761	1400	—	sol.	sol.	—
iodură de hexaantipirin lantan	$La(COC_{10}H_{12}N_2)_6I_3$	1649,01	gb.	—	268...9 desc.	—	crist.	41,8/20	—	—
molibdat	$La_2(MoO_4)_3$	757,63	—	$4,77^{16}$	1181	—	tetr.	g. sol.	—	—
nitrat (azotat)	$La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	433,02	inc.	—	40	desc. 126	delic.	151,1/25	sol.	sol. al., act.
oxalat	$La_2(C_2O_4)_3 \cdot 9H_2O$	703,99	alb	—	desc.	—	—	0,00008/25	—	—
oxid(lantana)	La_2O_3	325,82	alb	6,51	2315	4200	am. sau romb.	0,0004/29	desc.	ins. act.; sol.NH_4Cl
sulfat	$La_2(SO_4)_3$	566,00	alb	$3,60^{15}$	desc. 1150	—	pulb. higr.	3,0	0,69/100	ins. act.; g. sol. al.
sulfat	$La_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	728,14	inc.	2,821	desc.	—	hex.	3,8/0	0,87/100	g. sol. HCl, al.
sulfură	La_2S_3	374,01	gb. rş.	$4,997^{0}$ $4,911^{11}$	2100...2150 vid	—	crist.	desc.	desc.	sol. ac.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Litiu $Z = 3$ valență I	Li	6,94	alb argintiu	0,534	186	1336±5	cub. met. ușor	desc. la $LiOH+H_2$		desc. al, sol. ac.
acetat	$LiC_2H_3O_2 \cdot 2H_2O$	102,01	alb	—	70	desc.	romb. n_α 1,40; n_β 1,50	300/15	sol.	21,5 al.
acetil salicilat	$LiC_9H_7O_4$	186,09	—	—	—	—	pulb. ușor higr., desc. în aer umed	100	—	25 al.
metalaluminat	$LiAlO_2$ (sau $Li_2Al_2O_4$)	65,92	alb	$2,55_4^{25}$	>1625	—	pulb.	ins.	—	—
amidură	$LiNH_2$	22,96	inc.	1,178	373...5	430	cub.	desc.	desc.	—
antimoniură	Li_3Sb	142,57	—	$3,2^{17}$	>950	—	—	—	—	—
ortoarseniat	Li_3AsO_4	159,74	alb	$3,07^{15}$	—	—	pulb. romb.	g. sol.	—	ins. py.; sol. acet. dil.
benzillitiu	$C_6H_5 \cdot CH_2Li$	98,07	gb.	—	—	—	ace (desc. la aer)	—	—	sol. et., bz.
benzoat	$LiC_7H_5O_2$	128,06	alb	—	—	—	crist. sau pulb.	33/25	40/100	7,7/25, 10/78 al.
metaborat	$LiBO_2$	49,75	alb	—	840...5	—	pulb. tricl.	g sol.	—	—
metaborat	$LiBO_2 \cdot 8H_2O$	193,87	—	$1,38^{14,7}$	47	—	trig.	—	—	—
tetraborat	$Li_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$	259,19	—	—	$-2H_2O$, 200	—	—	sol.	—	ins. al.

bromură	LiBr	86,85	alb	$3,464^{25}$	547	1265	cub. delic.	142,7/0	243,6/82	sol. al., et.
bromură	$LiBr \cdot 2H_2O$	122,88	alb	—	44	—	pr.	246/20	—	sol. al.
n-butillitiu	$CH_3[CH_2]_2CH_2Li$	64,06	—	—	—	—	liq. (se aprinde la aer)	—	—	sol. bz., lig., et., ciclohexan
carbonat	Li_2CO_3	73,89	inc.	$2,111^{17,5}$	618	desc.	mcl. *n* 1,428; 1,567; 1,572	1,54/0; 1,33/20	0,72/100	ins. act., NH_3, al; sol. ac.
hidrogen-carbonat	$LiHCO_3$	67,96	alb	—	—	—	—	5,5/13	—	—
carbură	Li_2C_2	37,90	alb	$1,65^{18}$	—	—	crist. sau pulb.	desc.	desc.	sol. ac.
clorat	$LiClO_3$	90,39	—	—	124...9	desc. 270	ace romb.	313,5/18	sol.	—
clorat	$LiClO_3 \cdot 1/2\ H_2O$ (sau $1/3\ H_2O$)	99,40	—	—	(50)65	$-1/2H_2O$, 90; desc. 290	tetr. delic.	313,5/18	∞	sol. al.
perclorat	$LiClO_4$	106,39	inc.	2,429	236	desc. 380	delic.	59,7/25	—	sol. al.
perclorat	$LiClO_4 \cdot 3H_2O$	160,44	inc.	1,841	95	$-2H_2O$, 100; $-3H_2O$, 150	hex.	sol.	sol.	sol. al.
clorură	LiCl	42,39	alb	2,429	236	desc. 380	cub. delic.	59,7/25	—	sol. al
clorură	$LiCl \cdot H_2O$	60,41	—	1,78	$-H_2O$, >98	—	—	—	—	—
citrat	$Li_3C_6H_5O_7 \cdot 4H_2O$	281,98	inc. sau alb	—	desc.	—	crist. sau pulb. delic.	74,5/25	66,7/100	g. sol. al., et.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
cromat	$Li_2CrO_4 \cdot 2H_2O$	165,90	gb. port.	—	—	$-2H_2O$, 150	romb. delic.	141/18	128/30	—
bicromat	$Li_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$	265,90	br. n.	—	$-2H_2O$, 130	desc.	deliq.	151/30	—	—
etillitiu	LiC_2H_5	36,00	—	—	95(în N_2)	—	pl. hex. transparente (se aprinde la aer)	desc.	—	desc. et.; sol. bz., lig.
fenillitiu	C_6H_5Li	84,05	—	—	—	—	crist. mici (desc. la aer)	—	—	g. sol. bz.; sol. et.
tetrafenil-bor litiu	$[(C_6H_5)_4B]Li$	326,18	inc.	—	aprox. 400	—	pulbere micro-crist.	sol.	sol.	sol. et., clf; ins. bz; reactiv de pp
fluorură	LiF	25,94	inc.	2,601	870	1676	cub.	0,27/18	—	ins. al.; sol. HF, ac.
fluoroaluminat de sodiu şi	$Li_3Na_3(AlF_6)_2$	371,73	—	2,774...8	710	—	crist. cub. *n* 1,3395	0,074/18	—	—
fluorosilicat	$Li_2SiF_6 \cdot 2H_2O$	191,99	alb	$2{,}33^{12}$	$-2H_2O$, 100	desc.	mcl. *n* 1,300; 1,296	52,6/17	—	ins. et., act.; sol. al.
fluorosulfonat	$LiSO_3F$	106,00	alb	—	360	—	pulb.	sol.	sol.	ins. lig.; sol. al.; et., act.

formiat	$LiCHO_2 \cdot H_2O$	69,97	inc.	1,46	desc.	—	romb.	24,42/0	57,64/104	sol. ac. formic
ortofosfat	Li_3PO_4	115,79	inc.	$2{,}537^{17,5}$	837	—	romb.	0,039/18	—	ins. act.; sol. ac., NH_4OH
ortofosfat	$2Li_3PO_4 \cdot H_2O$	249,59	alb	2,41	—	—	pulb. crist.	0,04	—	sol. ac.
ortofosfat primar (dihidrogen)	LiH_2PO_4	103,93	inc.	2,461	> 100	—	—	—	—	—
metagermanat	Li_2GeO_3	134,47	—	$3{,}53^{21}$	1239	—	mcl. n 1,7	0,85/25	—	sol. ac.
hidroxid	$LiOH$	23,95	alb	1,43	450	desc.	crist. sau pulb. tetr.	12,7/0	17,5/100	g. sol. al.
hidroxid	$LiOH \cdot H_2O$	41,96	inc.	—	—	—	mcl.	22,3/10	26,8/80	g. sol.al.
hidrură	LiH	7,95	inc.	0,78	689	desc.	cub.	desc. la	$LiOH+H_2$	—
hidrură de aluminiu şi-	$LiAlH_4$	37,95	alb	0,917	stab. pînă la aproape 125	—	—	desc.	—	25...30 et.
hidrură de galiu şi-	$LiGaH_4$	80,69	alb	—	—	—	crist.	desc.	desc.	sol. et.
iodat	$LiIO_3$	181,84	alb	—	—	—	hex.	125/15	—	—
iodură	LiI	133,84	alb	$4{,}061^{25}$	446	1190	cub. delic.	sol.	sol.	251/25 al.; sol. NH_3
iodură	$LiI \cdot 3H_2O$	187,89	inc. gb.	3,48	73; $-H_2O$,73	$-2H_2O$,80 $-3H_2O$, 300	hex.	151/0	201,2/60	sol. al. abs., act.

7.2. (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
laurat	$LiC_{12}H_{23}O_2$	206,25	alb.	—	229,2...9,8	—	pulb.	0,154/16,31 0,187/25	—	0,322/25 al.; 0,240/15 act.; 0,008/15,8 et.
permanganat	$LiMnO_4 \cdot 3H_2O$	179,92	—	2,06	desc. 190	—	cub.	—	—	—
metillitiu	CH_3Li	21,97	—	—	nu se topește	—	solid (se aprinde la aer)	—	—	—
tetrametil-litiu aluminiu	$LiAl(CH_3)_4$	94,06	alb	—	—	—	solid (desc. aer umed)	desc.	desc.	sol. et. cu formare de complecși
miristat	$LiC_{14}H_{27}O_2$	234,31	—	—	223,6...4,2	—	—	0,027/16,3 0,036/25	0,062/50	0,010/15,8 et.; 0,155/20 al; 0,331/15 act.
molibdat	Li_2MoO_4	173,82	—	—	705	—	pr. tetr. higr.	—	—	—
nitrat	$LiNO_3$	68,94	inc.	2,38	255	—	trig. delic. *n* 1,735 1,435	52,2	66,1/70,9	sol. al., act.
nitrat	$LiNO_3 \cdot 3H_2O$	122,99	inc.	—	2988; $-2,1/2H_2O$ 29,9	$-3H_2O$, 61,1	—	34,8/0,1	57,48/29,6	—

nitrit	$LiNO_2 \cdot H_2O$	70,96	—	1,615/0	< 100	desc.	ace netede	125/0	459/50	sol. al. abs.
nitrură (azotură)	Li_3N	34,82	rş. br. sau n. cşiu.	—	840...5	—	am. sau cub.	—	—	—
nitrură (azotură) de galiu şi-	Li_3GaN_2	118,55	vd. deschis	3,35	desc. 800	—	pulb.	desc.	desc.	sol. ac., baze
oxalat	$Li_2C_2O_4$	101,89	inc.	$2,121^{17,5}$	desc.	—	crist.	8/19,5	—	—
hidrogen oxalat (acid)	$LiHC_2O_4 \cdot H_2O$	113,97	—	—	desc.	—	—	8/17	—	—
oxid	Li_2O	29,88	alb	$2,013^{25,2}$	> 1700	—	crist. cub	6,67/0 desc.	10,02/100	—
palmitat	$LiC_{16}H_{31}O_2$	262,36	alb	—	224,5	—	pulb.	0,01/18	0,015/35	0,347/15 act. 0,077/20 al. 0,005/15,8 et.
propillitiu	C_3H_7Li	50,03	inc.	—	—	—	liq.	—	—	—
salicilat	$LiC_7H_5O_3$	144,06	alb	—	desc.	—	pulb. delic.	133,3	—	50 al.
selenură	$Li_2Se \cdot 9H_2O$	254,98	inc.	—	—	—	romb. delic.	desc.	—	—
ortosilicat	Li_4SiO_4	119,84	inc.	2,28	1256	—	romb. n_α 1,594 n_γ 1,614	ins.	desc.	—
metasilicat	Li_2SiO_3	89,96	inc.	$2,52^{25}$	1201	—	romb. liq. n^{25} 1,548 n_α 1,584 n_γ 1,604	ins.	sol. desc.	sol. HCl dil.
siliciură	Li_6Si_2	97,81	albst.	aprox. 1,12	desc.	—	crist. higr.	desc.	desc.	ins. NH_3 desc. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stearat	$LiC_{18}H_{35}O_2$	290,42	alb	—	220,5...1,5	—	crist.	0,010/18	—	0,010/25 al.; 0,040/18 et.; 0,457/15 act.
sulfat	Li_2SO_4	109,94	inc.	2,221	860	—	α mcl. β hex. sau romb. →γ cub. 500°C; β *n* 1,465	26,1/0	23/100	ins. al. abs., act.
sulfat	$Li_2SO_4 \cdot H_2O$	127,95	inc.	2,06	$-H_2O$, 130	mcl.	mcl. *n* 1,460; 1,477 1,488	34,6/20	29,5/100	ins. al. abs.
hidrogen sulfat (acid)	$LiHSO_4$	104,01	—	$2,123^{13}$	120	—	pr.	desc.	—	—
sulfit	$Li_2SO_3 \cdot H_2O$	111,96	—	—	455 ușor desc.	$-H_2O$ 180...200	ace	sol.	sol.	ins. al.
sulfură	Li_2S	45,94	alb gb.	1,66	—	—	cub.	sol.	sol.	sol. al.
hidrogen sulfură	$LiHS$	40,01	alb	—	—	—	pulb. higr.	sol.	sol.	sol. al.
tartrat (racemic)	$Li_2C_4H_4O_6 \cdot H_2O$	179,97	alb	—	—	—	pulb. crist.	sol.	—	—
tartrat de potasiu și- (racemic)	$LiKC_4H_4O_6 \cdot H_2O$	212,13	—	1,610	—	—	mcl. n_β 1,523 (rș.)	sol.	—	—
tartrat de taliu și- (racemic)	$LiTlC_4H_4O_6 \cdot 2H_2O$	395,41	—	3,144	—	—	tricl.	—	—	—

tiocianat	LiSCN	65,02	alb	—	—	—	crist. delic.	sol.	—	sol. acetat de metil
ditionat	$Li_2S_2O_6 \cdot 2H_2O$	210,03	—	2,158	desc.	—	romb. *n* 1,5602	sol.	—	—
hidrogen urat (acid)	$LiHC_5H_2N_4O_3$	174,04	alb	—	—	—	pulb.	0,27/20	2,5/100	g. sol. al.
metavanadat	$LiVO_3 \cdot 2H_2O$	141,91	gb.	—	—	—	pulb.	sol.	—	—
wolframat	Li_2WO_4	261,73	inc.	—	742	—	trig.	sol.	sol.	ins. al. desc. ac.
Luteţiu *Z* = 71 (Casiopeium) valenţă III	Lu	174,97	—	9,849	1650...1750	1900	—	ins.	ins.	sol. ac.
bromură	$LuBr_3$	414,70	—	—	957	1400	—	sol.	sol.	—
clorură	$LuCl_3$	281,33	inc.	3,98	892	1480	—	sol.	sol.	—
fluorură	LuF_3	231,97	—	—	1320	2200	—	ins.	ins.	—
iodură	LuI_3	555,68	—	—	1045	1200	—	sol.	sol.	—
oxalat	$Lu_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$	722,06	alb	—	$-H_2O$, 50	—	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
sulfat	$Lu_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	782,25	inc.	—	—	—	—	66/20	22/40	—
Magneziu *Z* = 12 valenţă II	Mg	24,31	alb argintiu met.	$1,74^5$	651	1107	hex.	ins.	g. sol. desc. la $Mg(OH)_2$	ins. baze; sol. ac. min. cu excepţia CrO_3, HF conc. săruri de NH_4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
acetat	$Mg(C_2H_3O_2)_2$	142,40	alb	1,42	323 desc.	—	—	sol.	sol.	5,25/15 CH_3OH
acetat	$Mg(C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$	214,46	inc.	1,454	80	—	mcl. n_β 1,491	36,2/0; 61,1/15	66,4/68	sol. al.
aluminat (spinel)	$MgAl_2O_4$	142,27	inc.	3,6	2135	—	cub. n 1,723	—	—	ins. HNO_3 dil.; g. sol. HCl dil.
antimoniură	Mg_3Sb_2	316,44	—	—	961	—	metalic	ins.	—	—
ortoarseniat (hoernesit)	$Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	494,90	alb	2,60...2,61	—	—	mcl.	—	—	—
ortoarseniat	$Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 22H_2O$	747,11	—	1,788	—	—	—	ins.	ins.	sol. ac., NH_4Cl
hidrogen ortoarseniat (acid) (roesslerit)	$MgHAsO_4 \cdot 7H_2O$	290,35	—	$3{,}155^{16}$	$-5H_2O$, 100	—	mcl.	desc.	—	—
ortoarsenit	$Mg_3(AsO_3)_2$	318,78	—	—	—	—	—	sol.	sol.	ins. NH_4OH; sol. ac., NH_4Cl
benzoat	$Mg(C_7H_5O_2)_2 \cdot 3H_2O$	320,59	alb	—	desc. 200 $-3H_2O$, 110	—	pulb.	6,16/15	19,6/100	sol. al.
bismutură	Mg_3Bi_2	490,90	—	—	715	—	met.	—	—	—

ortoborat	$Mg_3(BO_3)_2$	190,55	inc.	$2,99^{21}$	—	—	romb.	sol.	sol.	ins. acet. sol. ac. min.
diborat (ascharit)	$Mg_2B_2O_5 \cdot H_2O$	168,26	—	2,60... 2,70	—	—	or.	—	—	—
metaborat (pinnoit)	$Mg(BO_2)_2 \cdot 3H_2O$	163,98	gb.	2,27... 2,30	—	—	piram. tetr. *n* 1,565; 1,575	—	—	—
metaborat	$Mg(BO_2)_2 \cdot 8H_2O$	254,05	—	2,30	—	—	tetr. *n* 1,565; 1,575	ins.	g. sol. sau ins.	sol. ac.
bromat	$Mg(BrO_3)_2$	280,13	inc.	2,29	$-6H_2O$, 200	desc.	cub. *n* 1,514	42/18	sol.	ins. al.
bromoplatinat	$MgPtBr_6 \cdot 12H_2O$	915,04	—	2,802	—	—	trig.	—	—	—
bromură	$MgBr_2$	184,13	alb	3,72	700(695)	—	crist. lucioase delic.	101,5/20	125,6/100	6,9/0 al. 21,8/20 CH_3OH
bromură	$MgBr_2 \cdot 6H_2O$	292,22	inc.	2,00	165 desc.	—	pr. hex., ace, fluorescent în raze X	316/0	sol.	g. sol. NH_3; sol. al., act.
di-*n*-butil magneziu	$(n\text{-}C_4H_9)_2Mg$	138,54	alb	—	desc. 200	—	crist. (se aprinde la aer)	—	—	sol. et.
carbonat (magnezită)	$MgCO_3$	84,32	alb	3,037	desc. 350	$-CO_2$, 900	trig. *n* 1,717; 1,515	0,0106	—	ins. act., NH_3; sol. ac., CO_2 aq.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
carbonat (nesquehonit)	$MgCO_3 \cdot 3H_2O$	138,37	inc.	1,850	165	—	romb. acc. *n* 1,495; 1,501; 1,526	0,129/25	desc.	sol. ac.; 1,4 CO_2 aq.
carbonat (lansfordit)	$MgCO_3 \cdot 5H_2O$	174,40	—	1,69... 1,73	—	—	mcl. *n* 1,456; 1,468; 1,507	—	—	—
carbonat bazic (artinit)	$MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$	196,69	—	$2{,}02^{20}$	—	—	romb. *n* 1,489; 1,534; 1,557	—	—	—
carbonat bazic (hidromagnezită)	$3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$	365,34	alb	2,16	desc.	—	romb. *n* 1,527; 1,530; 1,540	0,04	0,011	sol. ac., săruri NH_4
carbonat bazic	$4MgCO_3 \cdot MgO \cdot 5$ (sau 6) H_2O	—	—	0,08... 0,13	—	—	fulgi subțiri	—	0,57/100	—
clorat	$Mg(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$	299,31	alb	1,80/25	35	desc. 120	crist. sau pulb. delic.	56,5/18	73,7/93	sol. al.
perclorat	$Mg(ClO_4)_2$	223,21	—	$2{,}60^{25}$	251 desc.	—	pulb. crist. delic.	49,90/25	sol.	—
perclorat	$Mg(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$	331,31	—	$1{,}970^{52}$	147	—	—	—	—	—
clorură	$MgCl_2$	95,22	alb	2,316	708	1412	crist. hex. lucioase *n* 1,675; 1,59	54,25/20	72,7/100	50 al.

clorură (bischofit)	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	203,31	inc.	1,56	desc. 116...88	desc.	mcl. delic. *n* 1,495; 1,507; 1,528	167	367	50 al.
clorură de amoniu și-	$MgCl_2 \cdot NH_4Cl \cdot 6H_2O$	256,80	—	1,46	desc.	—	romb. delic.	16,7	—	—
clorură de potasiu și- (carnalit)	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	277,87	alb sau rș.	1,60	167	—	romb.	sol. cu desc. în $MgCl_2 + KCl$		—
cloropaladat	$MgPdCl_6 \cdot 6H_2O$	451,52	—	2,12	desc.	—	hex.	—	—	—
cloroplatinat	$MgPtCl_6 \cdot 6H_2O$	540,21	—	2,437	desc.	—	trig.	—	—	—
clorostanat	$MgSnCl_6 \cdot 6H_2O$	463,81	—	2,08	desc. 100	—	trig.	—	—	—
cromat	$MgCrO_4 \cdot 7H_2O$	266,41	gb.	1,695	—	—	romb. *n* 1,521; 1,550; 1,568	211,5/18	sol.	—
citrat acid	$MgHC_6H_5O_7 \cdot 5H_2O$	304,50	alb	—	—	—	pulb. gran.	g. sol.	—	sol. ac.
elaidat	$Mg(C_{18}H_{33}O_2)_2$	587,24	—	—	aprox. 80	—	pp (bun cond. electr.)	g. sol.	7,05/25	—
dietil magneziu	$(C_2H_5)_2Mg$	82,44	alb	—	desc. 176	—	crist. (se aprinde la aer)	—	—	ins. hidrocarburi; sol. et.
difenil magneziu	$(C_6H_5)_2Mg$	178,53	alb	—	—	—	—	pulb. (+et. trece în eterați)	—	ins. hidrocarburi; sol. et.
ferită (magnezia ferită)	$MgFe_2O_4$	200,00	n.	4,44...4,60	1750±25	—	oct. *n* 2,35	—	—	ins. HNO_3c., al., ac. dil.; sol. HCl conc.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ferocianură	$Mg_2Fe(CN)_6 \cdot 12H_2O$	476,76	gb. deschis	—	desc. circa 200	—	crist.	33	—	—
fluorură (sclait)	MgF_2	62,31	inc. slab v.	2,9...3,2	1396	2239	tetr. n 1,378; 1,390	0,0076/18	ins.	ins. al.; g. sol. ac.; sol. HNO_3
fluorosilicat	$MgSiF_6$	166,39	alb	—	—	—	crist. sau pulb.	65	—	—
fluorosilicat	$MgSiF_6 \cdot 6H_2O$	274,48	alb	1,788	—	—	trig.	—	—	—
formiat	$Mg(CHO_2)_2 \cdot 2H_2O$	150,38	inc.	—	—	—	romb.	7,7	—	ins. al., et.
ortofosfat	$Mg_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	334,94	—	$1,64^{15}$	—	—	mcl.	0,0205	—	ins. NH_3; săruri de NH_4, sol. ac.
ortofosfat (bobierit)	$Mg_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	407,00	—	2,41	—	—	pl. mcl. n 1,510; 1,520; 1,543	—	—	sol. citrat de NH_4
ortofosfat acid (newberyit)	$MgHPO_4 \cdot 3H_2O$	174,34	alb	2,10	—	—	romb. n 1,514; 1,518; 1,533	g. sol.	—	sol. ac.
ortofosfat acid	$MgHPO_4 \cdot 7H_2O$	246,40	—	—	$-4H_2O$, 100	—	hex.	0,3	0,2	ins. al.; sol. ac.
pirofosfat	$Mg_2P_2O_7$	222,57	inc.	2,559	1383	—	mcl. n 1,602; 1,604; 1,615	ins.	ins.	ins. al.; sol. ac.

pirofosfat	$Mg_2P_2O_7 \cdot 3H_2O$	276,61	alb	2,56	desc. 150	—	am.	ins.	g. sol.	ins. al.; sol. ac.
hipofosfit	$Mg(H_2PO_2)_2 \cdot 6H_2O$	262,38	alb	—	—	—	crist.	20	—	ins. al., et.
ortofosfit	$MgHPO_3 \cdot 3H_2O$	158,34	—	—	—	—	—	0,25	—	sol. ac.
ortogermanat	Mg_2GeO_4	185,21	alb	—	—	—	pp.	0,0016/26	—	ins. baze sol. ac.
hidroxid (brucit)	$Mg(OH)_2$	58,33	inc.	2,38...2,39	$-H_2O$, 350	—	trig. *n* 1,559; 1,580	0,0009/18	0,004/100	sol. ac., săruri NH_4
hidrură	MgH_2	26,33	alb	1,419	desc. > 200	—	tetr.	desc.	desc.	—
iodat	$Mg(IO_3)_2 \cdot 4H_2O$	446,18	—	$3,3^{1\ ,5}$	$-4H_2O$, 210	desc.	mcl.	10,2/20	19,3/100	—
iodură	MgI_2	278,12	alb	4,244	> 700 desc.	—	crist. delic.	100/0 148/18	164,9/100	sol. al., et., NH_3
iodură	$MgI_2 \cdot 8H_2O$	422,24	alb	—	desc. 41	—	pulb. delic.	81/20	90,3/80	sol. al., et.
lactat	$Mg(C_3H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$	256,50	alb	—	—	—	pulb. crist.; gust amar	3,3	16,7/100	ins. al., et.
laurat	$Mg(C_{12}H_{23}O_2)_2 \cdot 2H_2O$	458,97	alb	—	150,4	—	grămezi	0,007/25	0,041/100	0,415/15 al.; 0,012/25 et.
permanganat	$Mg(MnO_4)_2 \cdot 6H_2O$	370,28	rş. închis	2,18	desc.	—	ace delic.	sol.	desc.	sol. acet., CH_3OH
dimetil magneziu	$(CH_3)_2Mg$	54,38	alb	—	desc. 200	—	pulb. (polimerizează) se aprinde la aer	—	—	ins. hidrocarburi; sol. et.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
miristat	$Mg(C_{14}H_{27}O_2)_2$	479,05	alb.	—	131,6	—	pulb.	0,0006/15	0,014/50	0,189/25; 0,126/15 al.; 0,007/25 et.
molibdat	$MgMoO_4$	184,25	—	—	—	—	romb. tricl.	13,7/25	—	—
nitrat	$Mg(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$	184,35	—	$2{,}0256^{25}$	129,0... 9,5	—	pr.	—	—	—
nitrat	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	256,41	inc.	1,464	95	$-5H_2O$, 330	mcl. delic.	42,33/18	57,81/90	sol. al., NH_3 liq.
nitrură	Mg_3N_2	100,95	vd. gb.	—	desc. 1500	—	crist.	ins.	desc.	desc. al.; sol. ac.
oleat	$Mg(C_{18}H_{33}O_2)_2$	587,24	gb.	—	—	—	pulb. sau masă	0,024/25	—	6,64/20 al.; sol. ulei de in; g. sol. et.
oxalat	$MgC_2O_4 \cdot 2H_2O$	148,35	alb	2,45 (2 1/2H_2O)	desc.	—	pulb.	0,07/16	0,08/100	sol. ac., oxalați alcalini
oxid (periclaz)	MgO	40,31	inc.	3,58	2800	—	cub. *n* 1,736	0,00062	0,0086/30	ins. al.; sol. ac., săruri NH_4
oxid	MgO_2	56,31	alb	—	—	—	pulb.	ins.	ins.	sol. ac.
palmitat	$Mg(C_{16}H_{31}O_2)_2$	535,16	alb	—	121,5	—	ace crist. sau grămezi	0,008/25	0,009/50	0,003/25 et.; 0,047/25 al.

salicilat	$Mg(C_7H_5O_3)_2 \cdot 4H_2O$	370,61	inc. sau slab rș.	—	—	—	pulb. crist. efl.	sol.	—	sol. al.
seleniat	$MgSeO_4 \cdot 6H_2O$	275,36	inc.	1,928	—	—	mcl. *n* 1,486; 1,489; 1,491	sol.	sol.	—
ortosilicat (forsterit)	$MgSiO_4$	140,71	inc.	3,21	<1900	—	romb.	ins.	—	—
silicat (clinoenstatit)	$MgSiO_3$	100,40	inc.	3,28	1557 desc.	—	mcl.	—	—	—
siliciură	Mg_2Si	76,71	—	—	1102	—	oct.	ins.	desc.	sol. ac., NH_4Cl, HCl
siliciură	Mg_5Si_3	205,82	—	—	1102	—	—	ins.	desc.	sol. ac., NH_4Cl
stearat	$Mg(C_{18}H_{35}O_2)_2$	591,27	alb	—	88,5	—	pulb. sau granule	0,003/15 0,004/25	0,008/50	0,020/25 al.; 0,003/25 et.
sulfat	$MgSO_4$	120,37	inc.	2,66	1124 desc.	—	crist.	26/0	73,8/100	ins. act.; sol. al.; glic.; 1,16/18 et.
sulfat (kieserită)	$MgSO_4 \cdot H_2O$	138,39	inc.	2,517 (2,57)	—	—	pr. mcl. *n* 1,523; 1,535; 1,586	—	68,4/100	—
sulfat (sare amară)	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	246,48	inc.	1,636 (1,68)	$-6H_2O$, 150	$-7H_2O$, 200	romb. (mcl) *n* 1,433; 1,455; 1,461	71/20	91/40	sol. al., glic.
sulfat de amoniu și-	$Mg(NH_4)_2 \cdot (SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	360,60	—	1,70	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfat de potasiu şi-(schoenit)	$MgK_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	402,73	inc.	2,15	desc. 72	—	mcl.	sol.	—	—
sulfat de sodiu şi- (astrakanit)	$MgNa_2(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$	334,48	inc.	2,23	—	—	mcl.	sol.	—	—
sulfat, KCl (cainit) sare dublă	$MgKSO_4Cl \cdot 3H_2O$	248,97	inc.	2,12	—	—	mcl.	sol.	—	—
sulfit	$MgSO_3 \cdot 6H_2O$	212,47	alb	1,725	$-6H_2O$, 200	desc.	pulb. crist.	1,25	0,83	ins. al., NH_3
sulfură	MgS	56,38	rş. deschis br. rş.	2,79... 2,85	desc.	—	cub.	desc.	desc.	sol. ac., PCl_3
D,L-tartrat	$MgC_4H_4O_6 \cdot 5H_2O$	262,46	—	1,67	desc.	desc.	mcl.	0,4/0 0,8/18 1,1/37,5	1,44/90	ins. al., NH_3
hidrogen-D-tartrat acid	$Mg(HC_4H_4O_6)_2 \cdot 4H_2O$	394,53	—	1,72	—	—	romb.	—	—	—
tiosulfat	$MgS_2O_3 \cdot 6H_2O$	244,53	inc.	$1,818^{24}$	$-3H_2O$, 170	desc.	pr.	sol.	sol.	sol. al.
tiotelurit	Mg_3TeS_6	360,86	gb. deschis	—	—	—	masă crist.	sol.	sol.	sol. al.
wolframat	$MgWO_4$	272,16	inc.	5,66	—	—	mcl.	ins.	—	ins. al.; desc. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfat de potasiu şi-(schoenit)	$MgK_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	402,73	inc.	2,15	desc. 72	—	mcl.	sol.	—	—
sulfat de sodiu şi- (astrakanit)	$MgNa_2(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$	334,48	inc.	2,23	—	—	mcl.	sol.	—	—
sulfat, KCl (cainit) sare dublă	$MgKSO_4Cl \cdot 3H_2O$	248,97	inc.	2,12	—	—	mcl.	sol.	—	—
sulfit	$MgSO_3 \cdot 6H_2O$	212,47	alb	1,725	$-6H_2O$, 200	desc.	pulb. crist.	1,25	0,83	ins. al., NH_3
sulfură	MgS	56,38	rş. deschis br. rş.	2,79...2,85	desc.	—	cub.	desc.	desc.	sol. ac., PCl_3
D,L-tartrat	$MgC_4H_4O_6 \cdot 5H_2O$	262,46	—	1,67	desc.	desc.	mcl.	0,4/0 0,8/18 1,1/37,5	1,44/90	ins. al., NH_3
hidrogen-D-tartrat acid	$Mg(HC_4H_4O_6)_2 \cdot 4H_2O$	394,53	—	1,72	—	—	romb.	—	—	—
tiosulfat	$MgS_2O_3 \cdot 6H_2O$	244,53	inc.	$1,818^{24}$	$-3H_2O$, 170	desc.	pr.	sol.	sol.	sol. al.
tiotelurit	Mg_3TeS_5	360,86	gb. deschis	—	—	—	masă crist.	sol.	sol.	sol. al.
wolframat	$MgWO_4$	272,16	inc.	5,66	—	—	mcl.	ins.	—	ins. al.; desc. ac.

Mangan $Z = 25$ valență II, III IV, VI, VII	Mn	54,94	csiu. roz met.	7,20	1260	1900	cub. sau tetr.	desc.	desc.	sol. ac. dil.
acetat	$Mn(C_2H_3O_2)_2$	173,03	—	1,74	—	—	—	sol.	sol.	—
acetat	$Mn(C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$	245,09	rș. deschis	1,589	—	—	mcl.	sol.	—	sol. al.
arseniură	Mn_2As	184,80	—	—	1400	—	—	ins.	ins.	sol. aq. reg.
arseniură	Mn_3As_2	314,66	—	—	—	—	magnetic (existență probabilă)	ins.	ins.	sol. aq. reg.
arseniură	MnAs	129,86	n.	6,17... 6,20 (5,55)	desc. 400	—	hex	ins.	ins.	sol. HCl, aq. reg.
benzoat	$Mn(C_7H_5O_2)_2 \cdot 3H_2O$	351,22	—	—	—	—	pr. netede	6,55/15	—	—
borură	MnB	65,75	—	$6{,}2^{15}$	—	—	pulb. crist.	—	—	—
borură	MnB_2	76,56	cșiu. v.	6.9	—	—	crist.	desc.	desc.	sol. ac.
bromură	$MnBr_2$	214,76	roz rș.	$4{,}385^{25}$	desc.	—	—	127,3/0	228/100	ins. NH_3
bromură	$MnBr_2 \cdot 4H_2O$	286,82	roz rș. sau inc.	—	64,3 desc	desc.	α stab., mcl. delic. sau β labil, romb.	296,7/0	—	—
carbonat (rodocrosită)	$MnCO_3$	114,95	roz sau br. deschis	3,125	desc.	—	rombdr. sau trig. sau pulb. am., n 1,817; 1,597	0,0065/25	—	0,026 CO_2 liq.; ins. NH_3, al.; sol. ac. dil.
carbură	Mn_3C	176,83	—	$6{,}89^{17}$	—	—	tetr.	desc.	desc.	sol. ac.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
citrat	$Mn_3(C_6H_5O_7)_2$	543,02	alb. rş.	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	sol. ac. dil., sl. în citrat de sodiu
clorură	$MnCl_2$	125,84	roz	$2,977^{25}$	650	1190	cub. delic	62,2/10	123,8/100	ins. et., NH_3; sol. al.
clorură	$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	197,91	roz	2,01	58; $-H_2O$, 106	$-4H_2O$, 198	mcl. delic.	151/8	656/100	ins. et.; sol. al.
clorură	$MnCl_3$	161,30	vd. n. sau br.	—	desc. uşor	—	solid sau crist.	—	—	sol. al. abs.
cloroplatinat (IV)	$MnPtCl_6 \cdot 6H_2O$	570,84	—	2,692	desc.	—	trig.	—	—	—
ferocianură	$Mn_2Fe(CN)_6 \cdot 7H_2O$	447,94	alb. vd.	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. săruri de NH_4; sol. HCl.
fluorogalat	$[Mn(H_2O)_6][GaF_5 \cdot H_2O]$	345,76	roz.	2,22	desc. 230	—	crist. or. *n* 1,45	sol.	—	sol. HF
fluorură	MnF_2	92,93	rş.	3,98	856	—	tetr. sau pulb.	ins.	desc.	ins. al., et.; sol. ac.
fluorură	MnF_3	111,93	rş.	3,54	desc.	—	—	desc.	desc.	sol. ac.
fluorosilicat	$MnSiF_6 \cdot 6H_2O$	305,11	roz rş.	1,903	desc.	—	pr. hex. *n* 1,357; 1,374	140/18	sol.	sol. al.
formiat	$Mn(CHO_2)_2 \cdot 2H_2O$	181,00	—	1,953	desc.	—	romb.	sol.	sol.	—

ortofosfat (redingită)	$Mn_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$	408,80	roz. deschis sau alb gb.	3,102	—	—	romb. sau gran. n 1,651; 1,656; 1,683	—	—	—
ortofosfat	$Mn_3(PO_4)_2 \cdot 7H_2O$	480,86	alb. rş.	—	—	—	pulb. am.	g. sol.	—	ins. al.; sol. ac., acet.
hidrogen-ortofosfat	$MnHPO_4 \cdot 3H_2O$	204,96	rş. sau roz	—	—	—	romb. sau pulb.	g. sol.	desc.	ins. al.; sol. ac.
dihidrogen-ortofosfat	$Mn(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$	284,94	—	—	$-H_2O$ >100	—	pr.	sol.	—	ins. al.
ortofosfat	$MnPO_4 \cdot H_2O$	167,92	cşiu. vd.	—	—	—	pulb. crist.	—	—	sol. H_2SO_4 conc. la fierbere, HCl conc., H_3PO_4 topit
pirofosfat	$Mn_2P_2O_7$	283,82	br. roz	$3,707^{25}$	(1196)	—	mcl. n 1,695; 1,704; 1,710	ins.	—	sol. ac.
pirofosfat	$Mn_2P_2O_7 \cdot 3H_2O$	337,87	alb	—	—	—	pulb. am.	ins.	—	ins. act.; sol. $K_4P_2O_7$ aq., H_2SO_3
metafosfat	$Mn_2(PO_3)_6 \cdot 2H_2O$	619,74	roz	—	—	—	—	g. sol.	sol.	—
hipofosfit	$Mn(H_2PO_2)_2 \cdot H_2O$	202,93	roz rş.	—	$-H_2O$, >150	—	crist. sau pulb.	12,5	16,7	ins. al.
ortofosfit	$MnHPO_3 \cdot H_2O$	152,93	rş.	—	$-H_2O$, 200	—	—	g. sol.	—	sol. $MnCl_2$, $MnSO_4$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fosfură	MnP	85,91	cșiu. închis	$5,39^{21}$	1190	—	—	ins.	ins.	g. sol. HNO_3
fosfură	Mn_3P_2	226,76	cșiu. închis	$5,12^{18}$	1095	—	—	ins.	ins.	g. sol. HNO_3 dil.
glicerofosfat	$MnC_3H_7O_6P$	225,00	alb sau roz	—	—	—	pulb. fără miros	g. sol.	—	ins. al.; sol. ac., ac. citric
hidroxid (pirocroită)	$Mn(OH)_2$	88,95	alb roz	$3,258^{13}$	desc.	—	trig. n 1,723; 1,681	0,0002/18	—	ins. baze sol. ac., săruri de NH_4
oxihidroxid	$MnO(OH)$	87,94	br.	3,26	desc.	—	—	g. sol.	—	—
oxihidroxid	$MnO(OH)$	87,94	br. n.	4,2...4,4	desc.	—	romb. n 2,24; n_{Li} 2,24; 2,53	ins.	ins.	sol. H_2SO_4 HCl
oxihidroxid	$MnO(OH)_2$	104,95	br. n.	2,58	—	—	am. (existență probabilă)	g. sol.	—	g. sol. al
iodură	MnI_2	308,75	br. gb. sau roz, sau alb	5,01	desc. circa 80	—	masă crist. delic. sau pulb.	sol.	—	—
iodură	$MnI_2 \cdot 4H_2O$	380,81	roz rș.	—	desc.	—	mcl. delic.	sol.	sol.	—
iodoplatinat (IV)	$MnPtI_6 \cdot 9H_2O$	1173,59	—	3,60	desc.	—	trig.	—	—	—

lactat	$Mn(C_3H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$	287,13	rş. deschis	—	desc.	—	mcl.	sol.	sol.	so. al.
permanganic acid	$HMnO_4$	119,94	—	—	—	—	numai în soluţie	sol.	desc.	—
manganocianic acid	$H_4Mn(CN)_6$	215,08	—	—	desc.	—	—	ins.	—	ins. et.; sol. al
nitrat	$Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	287,04	roz alb sau inc.	1,82	25,8	129,4	mcl.	426,4/0	∞	sol. al.
oxalat	MnC_2O_4	142,95	—	$2,43^{21,7}$	desc.	—	—	ins.	ins.	sol. ac., NH_4Cl
oxalat	$MnC_2O_4 \cdot 2H_2O$	178,98	alb rş.	$2,295^0$	$-2H_2O$, 100	desc.	pulb. crist. oct.	0,0312/23	0,037/36	—
oxalat	$MnC_2O_4 \cdot 3H_2O$	196,99	roz	1,993	$-H_2O$,25	—	pr.	—	—	—
oxid (manganosită)	MnO	70,94	vd.	5,43...5,46 (3,7...3,9)	1650	—	cub. *n* 2,16	ins.	ins.	sol. ac., NH_4Cl
oxid (hansmanită)	Mn_3O_4	228,81	n.	4,856	1705	—	tetr. (romb.) n_{Li} 2,46; n_{Li} 2,15	ins.	ins.	sol. HCl
sesquioxid	Mn_2O_3	157,87	n.	4,50	$-$ O,1080	—	cub. (tetr).	ins.	ins.	ins. acet.; sol. ac.
bioxid (piroluzită)	MnO_2	86,94	n sau br. n.	5,026	$-$ O,535	—	romb. sau pulb.	ins.	ins.	ins. act.; HNO_3 sol. HCl
trioxid	MnO_3	102,94	rş.	—	desc.	—	delic., existenţă probabilă	sol.	desc.	sol. H_2SO_4, baze
heptoxid	Mn_2O_7	221,87	rş. închis	$>1,84$	<-20	expl. 70	ulei	sol.	desc.	sol. H_2SO_4
seleniat	$MnSeO_4 \cdot 2H_2O$	233,93	—	2,95...3,01	—	—	romb.	sol.	sol.	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
seleniat	$MnSeO_4 \cdot 5H_2O$	287,97	—	2,33...2,39	—	—	—	—	—	—
selenit	$MnSeO_3 \cdot 2H_2O$	217,93	—	—	—	—	crist.	g. sol.	g. sol.	—
selenură	MnSe	133,90	cșiu.	$5,59^{15}$	—	—	cub.	ins.	ins.	desc. ac. dil.
ortosilicat (tefroită)	Mn_2SiO_4	201,96	rș. cșiu.	$4,043^{25}$	1300	—	romb. *n* 1,759; 1,786; 1,797	—	—	—
metasilicat (rodonită)	$MnSiO_3$	131,02	rș.	$3,72^{25}$	1323	—	tricl. *n* 1,733; 1,740; 1,744	ins.	ins.	ins. HCl
siliciură	Mn_2Si	137,96	—	$6,20^{15}$	1316	—	pr. tetr.	ins.	ins.	ins. HNO_3; sol. HCl NaOH
siliciură	MnSi	83,02	—	$5,90^{15}$	1280	—	tetr.	ins.	ins.	g. sol. ac.; sol. HF
siliciură	$MnSi_2$	111,11	cșiu.	$5,24^{13}$	—	—	oct.	ins.	ins.	ins. HNO_3, H_2SO_3; sol. HF, baze
sulfat	$MnSO_4$	151,00	rș.	3,25	700	desc. 850	—	52/5	70/70	ins. et.; sol. al.
sulfat	$MnSO_4 \cdot H_2O$	169,01	roz deschis	2,95	stab. 57...117	—	mcl. *n* 1,562; 1,595; 1,632	98,47/48	79,8/100	—
sulfat	$MnSO_4 \cdot 2H_2O$	187,03	—	$2,526^{15}$	stab. 40...57	—	existență probabilă	85,27/25	106,8/55	—

sulfat	$MnSO_4 \cdot 3H_2O$	205,05	—	$2,356^{15}$	stab. 30...40	—	existență probabilă	74,22/5	99,31/57	—
sulfat	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	223,06	roz.	2,107	stab. 18...30	—	mcl. sau romb. efl.	105,3/0	111,2/54	ins. al.
sulfat	$MnSO_4 \cdot 5H_2O$	241,08	roz.	2,103	stab. 8...18	—	tricl.	124/0	142/54	—
sulfat	$MnSO_4 \cdot 6H_2O$	259,09	—	—	stab. −5...8	—	existență probabilă	147,4/0	134,5/38	—
sulfat	$MnSO_4 \cdot 7H_2O$	277,11	rș.	2,093	$-7H_2O$, 280	stab. −10...−5	romb. sau mcl.	172/0	118/13	ins. al.
sulfat	$Mn_2(SO_4)_3$	398,06	vd.	—	desc. 160	—	crist. delic.	desc.	desc.	ins. H_2SO conc. HNO_3; sol. HCl, H_2SO_4 dil.
sulfat de potasiu și-	$MnK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	502,35	v.	—	—	—	cub. sau oct.	desc.	—	—
sulfură (alabandită)	MnS	87,00	vd. sau roz	3,99	desc.	—	cub. sau am. n_{Li} 2,70	0,00047/18	—	ins$(NH_4)_2S$; sol. ac. dil., al.
sulfură	$3MnS \cdot H_2O$	279,02	cșiu. roz	—	desc.	—	—	0,0006	ins.	ins. $(NH_4)_2S$ sol. ac. dil.
sulfură (hauerită)	MnS_2	119,07	n.	3,463	desc.	—	cub. n_{Li} 2,69	ins.	ins.	desc. HCl
tartrat	$MnC_4H_4O_6$	203,01	alb	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	—
tiocianat (rodanură)	$Mn(SCN)_2 \cdot 3H_2O$	225,15	—	—	$-3H_2O$, 160...170	—	delic.	sol.	sol.	sol. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ditionat	MnS_2O_6	215,06	—	1,757	—	—	tricl.	sol.	sol.	—
valerat	$Mn(C_5H_9O_2)_2 \cdot 2H_2O$	293,22	br.	—	—	—	pulb.	sol.	—	—
Mercur $Z = 80$ valență I, II	Hg	200,59	argintiu	13,546	−38,87	356,58	liq., hex.	ins.	ins.	ins. HCl dil, HBr, HI; sol. HNO_3
acetat	$Hg_2(C_2H_3O_2)_2$	519,27	—	—	desc.	—	solzi cu aspect de mică	0,75/12	—	sol. H_2SO_4, HNO_3
acetat	$Hg(C_2H_3O_2)_2$	318,68	alb	3,270	desc.	—	solzi sau pulb.	25/10	100/100	sol. al., acet.
acetilură	$3HgC_2 \cdot H_2O$	691,85	alb	5,3	expl.	—	pulb.	ins.	ins.	ins. al.
di-*n*-amilmercur	$Hg(C_5H_{11})_2$	342,88	—	1,6369	—	133/10	*n* 1,4998	—	—	—
di-(D, L)-amilmercur	$Hg(C_5H_{11})_2$	342,88	—	1,6700	—	93/1	*n* 1,5014	—	—	—
diizoamilmercur	$Hg(C_5H_{11})_2$	342,88	—	1,6397	—	125/10	*n* 1,4989	—	—	—
aminobromură	$Hg(NH_2)Br$	296,52	alb	—	desc.	—	pulb.	ins. desc	—	ins. al.; sol. NH_4OH

diamino-bromură	$Hg(NH_3)_2Br$	394,47	alb	—	180	—	pulb.	desc.	—	sol. NH_4Br, NH_4Cl, NH_4I
aminoclorură (precipitat alb infuzibil)	$HgClNH_2$	252,07	inc.	—	infuzibil	—	—	desc.	desc. —	desc. baze; sol. ac.
diaminoclorură (precipitat alb fuzibil)	$HgCl_2 \cdot 2NH_3$	305,56	—	—	desc.	—	cub.	—	—	—
acetat de *p*-aminofenil mercur (II)	$C_6H_4(NH_2)HgO_2C_2H_3$	351,76	inc.	—	167	—	pr.	ins.	ins.	ins. et.; g. sol. clf., al.; sol. ac. dil.
aminoiodură	$Hg(NH_2)I$	343,52	alb	—	—	—	crist.	—	—	ins. et.
diaminoiodură	$Hg(NH_3)_2I_2$	488,46	in. sau gb. deschis	—	—	—	pulb. sau ace	desc.	—	sol. NH_4OH
ortohidrogenarseniat	Hg_2HAsO_4	541,11	rş. gb.	—	—	—	—	ins.	—	ins. NH_4OH, acet.; sol. HNO_3
ortoarseniat	$Hg_3(AsO_4)_2$	879,61	gb.	—	—	—	—	g. sol.	—	sol. HCl, HNO_3
azotură (nitrură)	$Hg_2(N_3)_2$	485,22	alb	—	expl. desc. la lumină	—	crist.	0,025	—	—
dibenzilmercur	$Hg(C_7H_7)_2$	382,86	inc.	—	—	—	ace lungi şi fragile	—	—	g. sol. lig; sol. al., et., clf., CS_2, acet., bz. act.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
benzoat	$Hg(C_7H_5O_2)_2$	442,82	alb	—	165	—	pulb. crist.	1,2/15	2,5/100	sol. al., NaCl, $NH_4C_7H_5O_2$
bromat	$Hg_2(BrO_3)_2$	656,99	—	—	desc.	—	crist.	desc.	—	g. sol. HNO_3
bromat	$Hg(BrO_3)_2 \cdot 2H_2O$	492,44	—	—	desc. 130...140	—	crist.	0,15	1,6	sol. HNO_3, HCl, $Hg(NO_3)_2$
bromoiodură	HgBrI	407,40	gb.	—	229	360	romb.	—	—	sol. al., et.
bromură	Hg_2Br_2	561,00	alb. gb.	7,307	subl. 345	—	tetr.	0,000004/25	—	ins. al., act.; sol. ac.
bromură	$HgBr_2$	360,41	inc.	$6,109^{25}$; liq. $5,12^{240}$	236	322	romb.	0,61/25	20...25/100	15/0 al; g. sol. et sol. CH_3OH
carbonat	Hg_2CO_3	461,19	br. gb.	$5,07^{218}$ g/l	desc. 130	—	—	0,0000045	desc.	ins. al.; sol. NH_4Cl
carbonat bazic	$HgCO_3 \cdot 2HgO$	693,78	rș. br.	—	—	—	—	ins.	—	sol. H_2CO_3, NH_4Cl
cianură	$Hg(CN)_2$	252,63	inc. sau alb	3,996	desc.	—	tetr. sau pulb. toxică	9,3/14	53,9/100	10/20 al. 44,1/19,5 CH_3OH ins. bz; sol. NH_3 glic.

clorat	$Hg_2(ClO_3)_2$	568,08	alb	6,409	desc. 250	—	romb.	sol.	desc.	sol. al. acet.
clorat	$Hg(ClO_3)_2$	367,49	—	4,998	desc.	—	ace	25	—	—
clorură (calomel)	Hg_2Cl_2	472,09	alb	7,150	subl. 400	—	tetr. n 1,973; 2,656	0,00021/18 0,00020/25	0,001/43	ins., al. et; g. sol HNO_3c, HCl; sol. $Hg(NO_3)_2$, ag. reg.
clorură (sublimat coroziv)	$HgCl_2$	271,50	inc. sau alb	$5,44^{25}$ liq. $4,44^{280}$	276	302	romb. sau pulb. tox.	3,6/0; 6,9/20	61,3/100	33/25 al. 25 et.; sol. acet. py.
cloroiodura	HgClI	362,95	rș.	—	153	315	romb.	ins.	g. sol.	sol. al.
cromat	Hg_2CrO_4	517,17	rș.	—	desc.	—	ace sau pulb.	g. sol.	g. sol.	ins. al. act.; sol. HNO_3, KCN
cromat	$HgCrO_4$	316,58	rș.	—	desc.	—	romb.	g. sol. desc.	desc.	ins. act. desc. ac; sol. NH_4Cl
etan dioxo-dihidroxi-hexamercur (mercarbură)	$C_2Hg_6O_2(OH)_2$	1293,58	alb gb.	—	expl. 230	—	pulb.	ins.	ins.	—
dietilmercur	$Hg(C_2H_5)_2$	258,71	inc. desc.	liq. 2,444	—	159 57/16	liq. miros de alune, toxic, $n_D^{16,9}$ 1,5476 $n_\alpha^{16,9}$ 1,5428 $n_\beta^{16,9}$ 1,5599	ins.	ins.	g. sol. al. sol. et.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
etilmercaptidă	$Hg(SC_2H_5)_2$	322,84	—	—	76...7	desc.	foițe	ins.	—	desc. ac.
clorură de etilmercur	C_2H_5HgCl	265,11	argintiu	3,482	193	—	foițe irizate, antrenabile cu vap. aq., toxic	ins.	—	g. sol. et.; sol. alc.
iodură de etilmercur	C_2H_5HgI	356,56	—	—	186	—	crist. (al.)	—	—	sol. al.
hidroxid de etilmercur	C_2H_5HgOH	246,66	argintiu	—	37	—	foițe irizate	ins.	ins.	g. sol. alr.; sol alc., et.
difenilmercur	$Hg(C_6H_5)_2$	354,80	alb	2,318	121,8 subl.	204/10,5	ace sticloase	ins.	ins.	g. sol. et alc.; sol. clf., CS_2, bz.
fenilmercaptida	$Hg(SC_6H_5)_2$	418,93	gb.	—	153 desc.	desc.	ace	ins.	—	g. sol. alc.; sol. bz., py.
acetat de fenilmercur	$C_6H_5HgO_2C_2H_3$	336,74	alb	—	149	—	pr. romb. înguste lustruite	g. sol.	g. sol.	sol. acet. glac., bz., al.
azotat de fenilmercur	$C_6H_5HgNO_3$	339,70	—	—	176...86	—	pl. romb.	ins.	g. sol.	sol. alc., bz.
bromură de fenilmercur	C_6H_5HgBr	357,61	alb	—	276	—	pl. romb. lucioase	ins.	ins.	sol. al., bz., py.
cianură de fenilmercur	C_6H_5HgCN	303,71	—	—	204	—	pr. romb. lungi	—	g. sol.	sol. alc., bz.,

clorura de fenilmercur	C_6H_5HgCl	313,15	alb	—	251	—	foițe	—	—	g. sol. alc., bz., py., et.
iodură de fenilmercur	C_6H_5HgI	404,60	—	—	266	—	pl. romb.	ins.	—	g. sol. al., et., bz.; sol. CS_2, clf.
clorură de *o*-fenol mercur	$C_6H_4OHHgCl$	329,15	—	—	152,5/0	—	—	—	—	sol. NaOH
dibifenil-mercur	$Hg(C_6H_5C_6H_4)_2$	507,00	—	2,318	212	204/10	solzi	—	—	g. sol. solv. obișnuiți
fluorură	Hg_2F_2	439,18	gb.	8,73	570	—	cub.	sol. desc. la Hg_2O	—	—
fluorură	HgF_2	238,59	—	$8,95^{15}$	645 desc.	650	cub.	desc.	—	sol. HNO_3 dil., HF
fluorosilicat	$Hg_2SiF_6 \cdot 2H_2O$	579,29	inc.	—	—	—	pr.	g. sol.	—	ins. HCl
fluorosilicat	$HgSiF_6 \cdot 6H_2O$	450,76	inc.	—	—	—	rmbdr. delic.	desc. ușor	—	—
formiat	$Hg_2(CHO_2)_2$	491,22	—	—	desc.	—	solzi strălucitori	0,4/17	desc.	ins. al.
ortofosfat	$Hg_3(PO_4)_2$	791,71	alb gb.	—	—	—	pulb.	ins.	g. sol.	ins. al.; sol. ac., NH_4Cl
fulminat	$HgC_2N_2O_2$	284,62	alb	4,42	expl.	—	cub.	g. sol.	sol.	sol. al., NH_4OH
di-*n*-hexil mercur	$Hg(C_6H_{13})_2$	370,93	—	1,5361	—	158/10	*n* 1,4973	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hidroxid de dihidroxi-dimercur-amoniu (baza lui Millon)	$Hg_2NH_5O_3$	468,22	gb. deschis	$4{,}083^{18}$	—	—	pulb. crist.	ins.	—	ins. sol.v. org.
iodat	$Hg_2(SO_3)_2$	750,99	gb.	—	desc.	—	—	ins.	ins.	ins. HNO_3r.; sol. HCl dil.
iodat	$Hg(IO_3)_2$	550,40	alb	—	—	—	pulb. am.	ins.	—	ins. HNO_3; sol. HCl, NH_4Cl, NaCl, KI
iodură	Hg_2I_2	654,99	gb.	7,70	subl 140 desc. 290	310 desc.	tetr. sau pulb. am.	g. sol.	—	ins. al., et.; sol. KI, NH_4OH
iodură	HgI_2	454,40	gb.	6,271; liq. $5{,}24^{255}$	259	354	romb. crist. sau pulb.	g. sol.	g. sol.	g. sol. al.; sol. $Na_2S_2O_3$, KI
iodură	HgI_2	454,40	rş.	6,283	tr. 126...7; 259	354	crist. tetr. sau pulb.	0,00610/25	g. sol.	1,8/25 al. abs.; sol. et. act., $Na_2S_2O_3$ săruri alcaline

dimetilmercur	$Hg(CH_3)_2$	230,65	inc.	3,083	—	96	liq. miros plăcut, toxic $n_D^{16,8}$ 1,5473 $n_\alpha^{16,8}$ 1,5421 $n_\beta^{16,8}$ 1,5605	—	—	sol. al., et.
clorură de metilmercur	CH_3HgCl	251,08	alb	4,063	170	volat. 100	crist. miros neplăcut	—	—	—
iodură de metilmercur	CH_3HgI	342,53	inc.	—	143	—	foițe sidefii	ins.	—	sol. CH_3OH, al., et.
p-dimetilanilinmercur	$Hg[C_6H_4N(CH_3)_2]_2$	440,93	—	—	169	—	ace lucioase	—	—	g. sol. al., et., HCl dil.; sol. clf.
acetat de *p*-dimetilaminofenil mercur	$C_6H_4N(CH_3)_2HgO_2C_2H_3$	379,81	inc.	—	165	—	ace lungi	ins.	ins.	sol. bz., clf., al., ac. dil.
dinaftilmercur-(1)	$Hg(C_{10}H_7)_2$	454,92	alb	1,929	188(243)	249	romb.	ins.	g. sol.	g. sol. bzc. et.; sol. CS_2c, clf.
dinaftilmercur-(2)	$Hg(C_{10}H_7)_2$	454,92	—	—	247...8	—	crist. (bz.)	ins.	—	g. sol. al., et.
acetat de naftilmercur-(1)	$C_{10}H_7HgO_2C_2H_3$	386,80	—	—	154	—	ace fine	ins.	ins.	g. sol. et.; sol. al., acet. bz., CS_2, grăsimi
clorura de naftilmercur-(1)	$C_{10}H_7HgCl$	363,21	—	—	188...9	—	pl. tetr. mătăsoase	ins.	ins.	g. sol. bz., al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
nitrat Hg (I)	$Hg_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$	561,22	inc.	$4{,}79^4$	70	—	mcl. efl.	desc.	sol. desc.	ins. NH_4OH; sol. HNO_3 dil.
nitrat Hg (II)	$Hg(NO_3)_2 \cdot 1/2H_2O$	333,61	alb gb.	4,39	79	desc.	pulb. delic. sau crist.	sol.	desc.	ins. al.; sol. HNO_3; NH_3, act.
nitrat Hg (II)	$Hg(NO_3)_2 \cdot H_2O$	342,62	inc. sau alb	—	—	—	crist. sau pulb. delic., toxic	sol.	—	ins. al.; sol. HNO_3
nitrit Hg(I)	$Hg_2(NO_2)_2$	493,19	gb.	7,33	desc. 100	—	—	desc.	—	—
nitrură	Hg_3N_2	629,78	br.	—	expl.	—	pulb.	desc.	—	desc. ac.; sol. NH_4OH săruri NH_4
oxalat Hg (I)	$Hg_2C_2O_4$	489,19	—	—	—	—	—	ins.	ins.	g. sol. HNO_3
oxalat Hg(II)	HgC_2O_4	288,60	—	—	desc.	—	—	0,0107/20	—	g. sol. HNO_3; sol. HCl
oxid Hg(I)	Hg_2O	417,18	n. br.	9,8	desc. 100	—	pulb.	ins.	—	ins. baze, al.; sol. H_2SO_4, HNO_3

oxid (montroiditā) Hg (II)	HgO	216,59	gb. sau rş.	11,14	desc. 500	—	romb. n 2,37; 2,5; 2,65	0,0052/25	0,0395/100	ins. al., et., act., baze, NH_3; sol. ac.
oxibromură	$HgBr_2 \cdot 3HgO$	1010,18	gb.	—	—	—	crist.	ins.	g. sol.	sol. al.
oxiclorură	$HgCl_2 \cdot 2HgO$	704,67	rş. sau n	rş. 8,16 ...8,43; n. 8,53	—	—	hex. sau mcl.	—	—	—
oxiclorură	$HgCl_2 \cdot 3HgO$	921,26	gb.	7,93	desc. 260	—	hex.	ins.	desc.	—
oxicianură	$Hg(CN)_2 \cdot HgO$	469,22	alb	$4,437^{19}$	expl.	—	ace sau pulb. crist.	1,25	sol.	—
oxifluorură	$HgF_2 \cdot HgO \cdot H_2O$	473,19	gb.	—	desc. 100	—	crist.	desc.	—	sol. HNO_3 dil.
oxiiodură	$HgI_2 \cdot 3HgO$	1104,17	gb. br.	—	—	—	—	desc.	—	sol. HI
clorură de oxidimercuramoniu	OHg_2NH_2Cl	468,66	gb. deschis sau alb	—	desc.> 120	—	pulb.	g. sol.	—	sol. HCl HNO_3
iodură de oxidimercuramoniu (iodura bazei lui Millon)	OHg_2NH_2I	560,11	gb. la br.	—	> 128	expl.	—	ins.	—	sol. desc. HCl, KI aq.
dipropilmercur	$Hg(C_3H_7)_2$	286,77	inc.	2,0208	—	189...91 73/10	liq. mobil n 1,5170	ins.	—	sol. et., al.
diizopropilmercur	$Hg(C_3H_7)_2$	286,77	—	2,0024	—	63/10	n 1,5263	—	—	—
selenură (tiemanită)	HgSe	279,55	cşiu.	7,1...8,9	subl.	—	pl.	ins.	—	sol. aq. reg.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfat de Hg (I)	Hg_2SO_4	497,24	inc. alb gb.	7,56	desc.	desc.	mcl. pulb.	0,06/25	0,09/100	sol. H_2SO_4, HNO_3
sulfat de Hg (II)	$HgSO_4$	296,65	inc. sau alb	6,47	desc.	—	romb. sau pulb.	desc.	—	ins. al., act., NH_3 sol. ac., NaCl
sulfat bazic	$HgSO_4 \cdot 2HgO$	729,83	gb. lămîie	6,44	—	volat.	pulb.	0,003/16	g. sol.	ins. al.; sol. ac.
sulfură	Hg_2S	433,24	n.	—	desc. 0	—	—	ins.	—	ins. ac., $(NH_4)_2S$
sulfură (α) (cinabru)	HgS	232,65	rş.	8,10	subl. 583,5	—	crist. hex. sau pulb. *n* 2,854; 3,201	0,000001/18	—	ins. HNO_3, al.; sol. Na_2S, aq. reg.
sulfură (β) (metacinabarită)	HgS	232,65	n.	7,73	583,5	—	cub. sau pulb. am.	ins.	—	ins. HNO_3, al.; sol. Na_2S, aq. reg., baze.
tartrat	$Hg_2C_4H_4O_6$	549,25	alb gb.	—	—	—	pulb. crist.	ins.	—	ins. ac.
ortotelurat	Hg_3TeO_6	825,37	gb.	—	neschimbat la 140	—	cub. dodecaedru, transparent	ins.	ins.	sol. HNO_3, HCl
ortotelurat	HgH_4TeO_6	428,22	—	—	desc. 20	—	or., transparent	desc. încet	desc. rapid	—

tiocianat de Hg (I)	$Hg_2(SCN)_2$	517,34	—	—	desc.	—	—	ins.	—	sol. HCl, KCNS
tiocianat de Hg (II)	$Hg(SCN)_2$	316,75	alb	—	desc.	—	pulb., toxică	0,07/25	sol.	g. sol. al et.; sol. săruri de NH_4, NH_3, HCl, KCl
o-ditolil-mercur	$Hg(C_7H_7)_2$	382,86	alb	—	107	219/14	pl.	—	—	sol. bzc.
m-ditolil-mercur	$Hg(C_7H_7)_2$	382,86	inc. sau gb. desc.	—	102	—	ace	ins.	—	sol. bz., clf., act., acetat de etil
p-ditolil-mercur	$Hg(C_7H_7)_2$	382,86	—	—	238	—	ace	ins.	—	g. sol. alr.; sol. alc., et.
bromură de *p*-tolil-mercur	C_7H_7HgBr	371,63	cșiu.	—	228	—	solzi subțiri lucioși	—	—	ins. CS_2r. clf., al., bz.
clorură de *p*-tolilmercur	C_7H_7HgCl	327,18	—	—	233	—	pl. romb. mătăsoase	ins.	ins.	ins. et.; g. sol. alc., bz., clf., act., py.
bromură de vinilmercur	$CH_2 = CH \cdot HgBr$	307,55	alb	—	168...70	—	crist. (et.) pl. f. toxic	—	—	—
wolframat de Hg (I)	Hg_2WO_4	649,03	gb.	—	desc.	—	am	ins.	ins.	ins. al.; desc. ac.
wolframat de Hg (II)	$HgWO_4$	448,44	gb.	—	desc.	—	—	ins.	desc.	ins. al.; desc. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Molibden $Z = 42$ valență II, III, IV, V, VI	Mo	95,95	alb argintiu sau n. cșiu	10,2	2620±10	4800	cub sau pulb.	ins.	ins.	ins. HF, H_2SO_4 dil., NH_3 g. sol. HCl; sol. HNO_3c. conc., H_2SO_4
borură	MoB	106,77	—	8,65	—	—	tetr.	—	—	—
borură	MoB_2	117,59	—	7,12	—	—	romb.	—	—	—
borură	Mo_2B	202,72	—	9,26	—	—	tetr.	—	—	—
dibromură	$MoBr_2$ (sau Mo_3Br_6)	255,78	gb. rș.	$4{,}88^{17{,}5}$	—	—	—	ins.	ins.	ins. ac., aq. reg.; sol. baze
tribromură	$MoBr_3$	335,70	vd. închis	—	desc.	—	ace	ins.	ins.	ins. ac.; desc. NH_3, baze
tetrabromură	$MoBr_4$	415,61	n.	—	desc.	volat.	ace delic.	sol.	—	desc. baze
hidroxitetrabromură	$Mo_3Br_4(OH)_2$	641,53	rș.	—	—	—	pulb.	—	—	sol. baze
hidroxitetrabromură	$Mo_3Br_4(OH)_2 \cdot 8H_2O$	785,66	gb. auriu	—	desc.	desc.	crist.	—	—	desc. HNO_3, baze; sol. HCl
dioxidibromură	MoO_2Br_2	287,78	gb. rș	—	—	—	pl. delic.	sol.	—	—

hexacarbonil	$Mo(CO)_6$	264,01	alb	1,96	desc. 150 cu şi fără topire	156,4/766	crist. or.; diamagnetice	—	—	—
carbură	MoC	107,96	n.	8,78	2692	—	hex.	ins.	ins.	g. sol. HNO_3, HF, HCl, H_2SO_4c.
dicarbură	Mo_2C	203,91	n.	9,18	2687	—	hex.	ins.	—	ins.baze; g. sol. HNO_3, HF, HCl H_2SO_4c.
diclorură	$MoCl_2$(sau Mo_3Cl_6)	166,86	gb.	$3,714^{25}$	desc.	—	am	ins.	ins.	sol. HCl, H_2SO_4, al., et. NH_4OH
triclorură	$MoCl_3$	202,32	rş. închis	$3,578^{25}$	desc.	—	ace sau pulb.	ins.	desc. uşor	ins. HCl; g. sol. al., et.; desc. baze; sol. H_2SO_4 conc., HNO_3
tetraclorură	$MoCl_4$	237,78	br.	—	desc.	—	crist. sau pulb. delic.	desc.	desc.	desc. al., et.; sol. HNO_3 conc., HCl H_2SO_4

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
pentaclorură	$MoCl_5$	273,24	vd. n.	2,928	194	268	crist. delic.	desc.	desc.	sol. desc. al., et.; sol. CCl_4, clf., HCl conc., H_2SO_4 conc., HNO_3
hidroxitetraclorură	$Mo_3Cl_4(OH)_2 \cdot 2H_2O$	499,73	gb. desc.	—	—	—	am.	ins.	—	ins. al.; sol. ac. conc.
oxitriclorură	$MoOCl_3$	218,32	vd.	—	—	subl. 100	crist.	desc.	—	—
oxitetraclorură	$MoOCl_4$	253,78	vd.	—	subl.	—	crist. delic.	sol.	—	—
dioxidiclorură	MoO_2Cl_2	198,86	gb. alb	$3,31^{17}$	subl.	—	crist.	sol.	sol.	sol. al., et.
trioxipentaclorură	MoO_3Cl_5	417,19	n. br. închis	—	se topește ușor	subl.	crist. delic.	sol	sol.	—
trioxihexaclorură	MoO_3Cl_6	452,64	rș. sau v.	—	desc.	—	crist.	desc.	—	sol. et.
hexafluorură	MoF_6	209,95	inc.	liq. 255	17	35	crist.	sol. desc.	desc.	desc. NH_3; sol. NH_4OH, baze
oxitetrafluorură	$MoOF_4$	187,95	inc. alb	3,0	98	180	delic.	sol.	—	sol. desc. H_2SO_4; sol. CCl_4, al., et.

metafosfat	$Mo(PO_3)_3$	332,89	—	3,28	—	—	—	—	—	—
fosfură	MoP(sau Mo_2P_2)	126,93	vd. cşiu	6,167	—	—	pulb. crist.	—	—	sol. HNO_3 c.
fosfură	MoP_2	157,99	n.	$5,35^{25}$	—	—	pulb.	—	—	ins. HCl conc.; sol. HNO_3, H_2SO_4 conc. c., aq. reg.
hidroxid	$Mo(OH)_3$ (sau $Mo_2O_3 \cdot 3H_2O$)	146,97	n.	—	desc.	—	pulb.	—	—	g. sol. H_2SO_4, HCl; sol. H_2O_2 30%
hidroxid	$MoO(OH)_3$ (sau $Mo_2O_5 \cdot 3H_2O$)	162,97	br. pînă la n.	—	—	—	pulb.	0,2(col.)	—	ins. hidroxizi alcalini; sol. ac., carbonaţi alcalini
diiodură	MoI_2	349,79	br.	4,3	desc.	—	am.	sol. desc.	desc.	desc. KOH; ins. al.
molibdenic, acid	H_2MoO_4 (sau $MoO_3 \cdot H_2O$)	161,97	alb sau gb. deschis	3,112	desc. 115	—	hex.	g. sol.	g. sol.	ins. NH_3; sol. baze, NH_4OH, H_2SO_4
molibdenic, acid	$H_2MoO_4H_2O$ (sau $MoO_3 \cdot 2H_2O$)	179,98	gb.	$3,124^{15}$	$-H_2O$, 70	desc.	incl.	0,133/18	2,568/70	g. sol. ac.; sol. hidroxizi şi carbonaţi alcalini

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sesquioxid	Mo_2O_3	239,90	n. opac	—	—	—	existență probabilă	ins.	ins.	ins. ac., baze, NH_4OH
bioxid	MoO_2	127,95	cșiu.	6,47	—	—	tetr. sau mcl.	ins.	ins.	ins. baze, HCl, HF, KH, $C_4H_4O_6$; g. sol. H_2SO_4 conc. c.
trioxid (anhidridă molibdică, molibdită)	MoO_3	143,95	alb gb. sau inc.	$4{,}50^{19,5}$ $4{,}692^{21}$ g/cm^3	795	subl.	romb.	0,1066/18	2,055/70	sol. NH_4OH, ac., sulfuri alcaline
pentoxid	Mo_2O_5	271,90	albst. v.	—	—	—	pulb., existență probabilă	—	—	sol. H_2SO_4c., HCl
oxid (albastru molibden)	$MoO_{2,3\cdots5}xH_2O$	—	albast. închis	—	—	—	col.	sol.	—	ins. act., clf., C_6H_6, CS_2; sol. ac. CH_3OH
disulfură (molibdenită)	MoS_2	160,08	n.	$4{,}80^{14}$	1185	desc. în aer	hex. lucios	ins.	ins.	ins. ac. dil. H_2SO_4 r.; sol. H_2SO_4c., aq. reg., HNO_3

sesquisulfură	MO_2S_3	288,10	cşiu. oţel	$5,91^{15}$	desc. 1100	volat. 1200	ace	—	—	ins. HCl conc.
pentasulfură	Mo_2S_5	352,23	br. închis	—	—	—	pulb.	ins.	ins.	sol. NH_4OH, sulfuri alcaline
tetrasulfură	MoS_4	224,19	br.	—	desc.	—	pulb.	ins.	ins.	ins. ac.; sol. sulfuri alcaline, H_2SO_4c.
trisulfură	MoS_3	192,13	rş. închis br.	—	desc.	desc.	—	g. sol.	sol.	sol. sulfuri alcaline, KOH conc.
Neodim $Z = 60$ valenţă III	Nd	144,24	gb. deschis	7,007	1024	3180	hex.	ins.	ins.	sol. ac.
acetat	$Nd(C_2H_3O_2)_3 \cdot H_2O$	339,39	—	—	—	—	—	26,2	—	—
bromat	$Nd(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	690,10	rş.	—	66,7	$-9H_2O$, 150	hex.	151/25	—	—
bromură	$NdBr_3$	383,97	vd.	—	684	1540	crist.	g. sol.	sol.	—
carbură	NdC_2	168,26	gb.	5,15	desc.	—	—	desc.	desc.	ins. HNO_3 conc.; sol. ac. dil., H_2SO_4
clorură	$NdCl_3$	250,60	vd.	$4,134^{25}$	760	1690	pr.	96,7/13	140/100	al. 44,5 ins. et., clf.,

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clorură	$NdCl_3 \cdot 6H_2O$	358,69	rş.	$2,282^{16,5}$	124	$-6H_2O$, 160	romb.	246/13	511/100	sol. al.
perclorat de hexantipirin	$[Nd(C_{11}H_{12}N_2O)_6](ClO_4)_3$	1571,98	roz	—	285...9 desc.	—	crist. hex.	0,99/20	—	—
iodură	NdI_3	524,95	n.	—	775±3	1370	pulb. crist.	sol.	sol.	—
iodură de hexaantipirin	$[Nd(COC_{10}H_{12}N_2)_6]I_3$	1654,34	roz	—	270...2	—	crist.	12,7/20	—	—
molibdat	$Nd_2(MoO_4)_3$	768,29	—	$5,14^{18}$	1176	—	tetr.; n 2,005	—	—	—
nitrat (azotat)	$Nd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	438,35	—	—	—	—	tricl.	152,9/25	—	sol. al., act.
nitrură (azotură)	NdN	158,25	n.	—	—	—	pulb.	desc.	—	—
oxalat	$Nd_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	732,66	roz	—	—	—	crist.	0,000074/25	—	—
oxid	Nd_2O_3	336,48	albst.; fluorescenţă rş.	7,24	—	—	—	0,00019/29	—	sol. ac.
sulfat	$Nd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	720,79	rş.	2,85	—	—	n 1,541; 1,551; 1,562	8,0/20	5,4/40	—
sulfură	Nd_2S_3	384,67	vd. măslinie	$5,179^{11}$	desc.	—	pulb.	ins.	desc.	sol. ac. dil.
Neon $Z = 10$ valenţă 0	Ne	20,18	inc.	$0,9002^0$ g/l, liq. $1,204^{-245,9}$	− 248,67	−245,9	gaz inert	1,23 cm³/0 1,16 cm³/25	1,08 cm³/50	sol. O_2 liq.

Neptuniu $Z = 93$ valență III, IV, V, VI	Np	237	argintiu	17,6...7,9	—	—	radioactiv	—	—	—
acetat de sodiu și neptuniu	$NaNpO_2(C_2H_3O_2)_3$	469,12	rş. transparent vd. deschis, lumină reflectată	—	—	—	—	—	—	—
tribromură	$NpBr_3$	476,73	vd.	—	subl. 800	—	—	—	—	—
tetrabromură	$NpBr_4$	556,64	rş. n	—	subl. desc. 500, $NpBr_3 + B_2$	—	—	—	—	—
triclorură	$NpCl_3$	343,36	—	—	subl. 750...800	—	higr.	—	—	—
tetraclorură	$NpCl_4$	378,81	rş. lumină reflectată	—	—	—	—	—	—	—
trifluorură	NpF_3	294	purpuriu închis	—	—	—	—	—	—	—
tetrafluorură	NpF_4	312,99	vd. strălucitor	—	—	—	—	—	—	—
hexafluorură	NpF_6	350,99	alb br.	—	53	volatil	crist.	—	—	—
fluorură de potasiu și-	$KNpF_5$	371,09	vd.	—	—	—	pp.	—	—	—
hidroxid	$Np(OH)_4$	305,03	vd. măsliniu	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hidrură	$NpH_{3,6\cdots2,8}$	—	n.	—	—	—	—	—	—	—
triiodură	NpI_3	617,31	n.	—	subl. 800	—	—	—	—	—
tetraiodură	NpI_4	744,62	—	—	desc. NpI_3+I_2	—	—	—	—	—
oxiclorură	$NpOCl_2$	323,91	gb. strălucitor	—	subl. 550	—	ace	—	—	—
bioxid	NpO_2	269	n.	—	—	—	solid, rețea tip fluorită	—	—	—
oxid	Np_3O_8	839	br.	—	—	—	solid	—	—	sol. HNO_3
oxisulfură	NpOS	285,06	—	—	—	—	casant	—	—	—
sesquisulfură	Np_2S_3	538,13	—	—	—	—	—	—	—	—
Nichel *Z* = 28 valență II, III, IV	Ni	58,71	cșiu met. alb	8,90	1455	2900	α cub. β hex.	ins.	ins.	ins. NH_3 g. sol. HCl, H_2SO_4; sol. HNO_3dil.
acetat	$Ni(C_2H_3O_2)_2$	176,80	vd.	1,798	desc.	—	pr.	16,6	—	ins. al.
acetat	$Ni(C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$	248,86	vd.	1,744	desc.	—	—	sol.	—	ins. al. abs. sol.; al.
antimoniură (preithauptită)	NiSb	180,46	rș. arămiu	7,54	1158	desc. 1400	hex.	—	—	--

ortoarseniat	$Ni_3(AsO_4)_2$	453,97	gb. vd.	4,98	—	—	pulb.	ins.	—	sol. ac.
hidrogen-ortoarsenit	$Ni_3H_6(AsO_3)_4 \cdot H_2O$	691,87	vd. alb	—	desc.	—	—	ins.	—	sol. ac., baze
arseniură (niccolit)	$NiAs$	133,63	—	$7,57^0$	968	—	—	ins.	ins.	sol. aq. reg.
benzensulfonat	$Ni(C_6H_5SO_3)_2$ $6H_2O$	481,14	vd.	$1,628^{25}$	$-H_2O$	desc.	mcl.	14,3/18	51,5/82	5,9 al., 4,5 et.
borură	NiB	69,52	—	$7,39^{18}$	—	—	pr.	desc.	desc.	sol. HNO_3, aq. reg.
bromat	$Ni(BrO_3)_2 \cdot 6H_2O$	422,62	—	2,575	desc.	—	mcl.	28	—	—
bromoplatinat	$NiPtBr_6 \cdot 6H_2O$	841,35	—	3,715	—	—	trig.	—	—	—
bromură	$NiBr_2$	218,53	gb. br.	$4,64^{28}$	963	—	delic., tr. la 600°	112,8/0	155,1/100	sol. al., et., NH_4OH
bromură	$NiBr_2 \cdot 3H_2O$	272,57	gb. vd.	—	$-3H_2O$, 200	—	ace delic.	199/0	315,7/100	sol. al., et., NH_4OH
di-*n*-butilditiocarbamat (NBC)	$Ni[(C_4H_9)_2NCSS]_2$	467,47	vd. închis măslin	1,29	89...90	—	pulb.	—	—	ins. al.; g. sol. bz., pet.
carbonat	$NiCO_3$	118,72	vd. deschis	—	desc.	—		0,0093/25	ins.	sol. ac.
carbonat bazic (zaratit)	$NiCO_3 \cdot 2Ni(OH)_2 \cdot 4H_2O$	376,23	vd. smarald	2,6	—	—	cub. *n* 1,56; 1,61	—	—	sol. HCl dil. c.
carbonat bazic	$2NiCO_3 \cdot 3Ni(OH)_2 \cdot 4H_2O$	587,67	vd. palid br.	—	desc.	—	crist. sau pulb.	ins.	desc.	sol. ac., săruri NH_3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
carbonil	$Ni(CO)_4$	170,75	inc.	$1,32^{17}$	−25	43	ace sau liq. inflam.	0,018/9,8	—	ins. ac. dil. baze; sol. HNO_3, aq. reg., al., et., clf., bz.
carbură	Ni_3C	188,14	—	$7,957^{25}$	—	—	—	—	—	—
cianură	$Ni(CN)_2$	110,75	—	—	—	—	—	ins.	ins.	sol. KCN
cianură	$Ni(CN)_2 \cdot 4H_2O$	182,81	vd.	—	$-4H_2O$, 200	desc.	pl. sau pulb.	ins.	ins.	g. sol. ac. dil; sol. KCN, NH_4OH, baze
clorat	$Ni(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$	333,70	rş. închis	2,07	desc. 80	—	—	0,9/27	—	—
perclorat	$Ni(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$	365,70	vd.	—	140	—	ace hex.	222,5/0	273,7/45	ins. clf., sol. al., act.
cloropaladat	$NiPdCl_6 \cdot 6H_2O$	485,92	—	2,353	—	—	hex.	—	—	—
cloroplatinat	$NiPtCl_6 \cdot 6H_2O$	574,61	—	2,798	—	—	trig.	—	—	—
clorură	$NiCl_2$	129,62	gb.	3,55	1001	973	crist. delic.	64,2/20	87,6/100	ins. NH_3, sol. al., NH_4OH
clorură	$NiCl_2 \cdot 6H_2O$	237,71	vd.	—	—	—	delic.	254/20	599/100	sol. al.

dimetilglioximă, derivat acid	$Ni(HC_4H_6N_2O_2)_2$	288,94	rș.	—	subl. 250	—	crist.	ins.	ins.	ins. acet. NH_4OH; sol. al. abs., ac.
ditionat	$NiS_2O_6 \cdot 6H_2O$	326,93	vd.	1,908	desc.	—	tricl.	—	—	—
ferocianură	$NiFe(CN)_6 \cdot xH_2O$	—	vd. alb	1,892	—	—	—	ins.	—	ins. HCl sol. KCN, NH_4OH
fluorogalat	$[Ni(H_2O)_6][GaF_5 \cdot H_2O]$	349,53	vd. pal	2,45	$-5H_2O$, 110	—	mcl. *n* 1,45	g. sol.	—	sol. HF.
fluorosilicat	$NiSiF_6 \cdot 6H_2O$	308,81	vd.	2,134	desc.	—	trig. *n* 1,391; 1,407	sol.	—	—
fluorură	NiF_2	96,71	vd.	4,63	—	—	tetr.	0,02	—	ins. ac, al., et., NH_3
formiat	$Ni(CHO_2)_2 \cdot 2H_2O$	184,78	vd.	2,154	desc.	—	crist.	sol.	—	—
ortofosfat	$Ni_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	510,20	vd. sau smarald	—	desc.	—	pl. sau crist. granulate	ins.	ins.	ins. acetat de etil și metil; sol. ac., săruri NH_3
pirofosfat	$Ni_2P_2O_7 \cdot xH_2O$	—	vd.	anh. $3{,}93^{25}$	—	—	—	ins.	—	sol. ac., NH_4OH
fosfură	Ni_2P	148,39	cșiu.	$6{,}31^{15}$	1112	—	crist.	ins.	—	ins. ac.; sol. $HF + HNO_3$
fosfură	Ni_3P_2	238,08	vd. închis	5,99	—	—	—	ins.	ins.	ins. HCl; sol. HNO_3

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fosfură	Ni_3P_2	355,50	—	—	1185	—	ace sau pl.	—	—	—
hipofosfit	$Ni(H_2PO_2)_2 \cdot 6H_2O$	296,78	vd.	$1,82^{19,8}$	desc. 100	—	—	sol.	—	—
hidroxid	$Ni(OH)_2$ (sau $NiO \cdot xH_2O$)	92,72	vd.	4,1	—	—	—	0,0013	—	sol. ac., NH_4OH
iodat	$Ni(IO_3)_2$	408,52	gb.	5,07	—	—	ace	1,1/30	1,0/90	—
iodat	$Ni(IO_3)_2 \cdot 4H_2O$	480,58	—	—	desc. 100	—	hex.	1,4/30	1,1/90	—
iodură	NiI_2	312,52	n.	5,834	797	—	delic.	124,2/0	188,2/100	sol. ac.
nitrat	$Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	290,81	vd.	2,05	56,7	136,7	delic.	238,5/0	∞	sol. al., NH_4OH
oleat	$Ni(C_{18}H_{33}O_2)_2$	621,64	vd.	—	18—20	—	ulei	—	—	—
oxalat	$NiC_2O_4 \cdot 2H_2O$	182,75	vd.	—	—	—	pulb.	ins.	—	g. sol. ac. oxalic; sol. ac., săruri de NH_4
oxid mono (bunsenit)	NiO	74,71	vd. n.	7,45	1990	—	—	ins.	ins.	sol. ac., NH_4OH
oxid sesqui (hidroxid nichelic)	$Ni_2O_3 \cdot xH_2O$	—	cșiu. n.	4,83	$-O_2$, 600	la Ni_2O_3, 400	pulb.	ins.	ins.	sol. ac., NH_4OH, KCN
seleniat	$NiSeO_4 \cdot 6H_2O$	309,76	vd.	2,314	—	—	tetr. sau mcl. n 1,539	sol.	—	—

seleniură	NiSe	137,67	alb sau cșiu.	8,46	—	—	cub.	ins.	—	ins. HCl; sol. HNO_3 aq. reg.
siliciură	Ni_2Si	145,51	—	$7{,}2^{17}$	1309	—	—	ins.	—	ins. ac.
stearat	$Ni(C_{18}H_{35}O_2)_2$	625,67	vd.	—	100	—	pulb.	ins.	—	ins. CH_3OH; g. sol. act., sol. CCl_4, py.
sulfat	$NiSO_4$	154,77	gb.	3,68	$-SO_3$, 840	—	cub.	29,3/0	83,7/100	ins. al., et., act.
sulfat	$NiSO_4 \cdot 6H_2O$	262,86	albst. vd.	2,07	p. tr. 53,3	$-6H_2O$, 280	α tetr.; β mcl *n* 1,511; 1,487	62,52/0	340,7/100	12,5 CH_3OH; sol. al., NH_4OH
sulfat (morenosit)	$NiSO_4 \cdot 7H_2O$	280,88	vd.	1,948	$-H_2O$, 31,5; 99	$-6H_2O$, 103	*n* 1,467; 1,489; 1,492	75,6/15,5	475,8/100	sol. al.
sulfat de amoniu și-	$Ni(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	395,00	vd. închis	1,92	—	—		10,4/20	30/80	ins. al.; sol. $(NH_4)_2SO_4$
sulfit	$NiSO_3 \cdot 6H_2O$	246,86	vd.	—	—	—	tetrdr.	ins.	—	sol. HCl, H_2SO_4
sulfură (heazlewoodit)	Ni_3S_2	240,26	gb. pal, luciu metalic	5,82	—	—	—	ins.	—	sol. HNO_3
sulfură (millerit)	NiS	90,77	n.	5,3...5,65	797	—	α am.	0,00036/18	desc.	g. sol. ac.; sol. HNO_3, KHS, aq. reg.
sulfură (polidimit)	Ni_3S_4	304,39	cșiu. n.	4,7	—	—	cub.	ins.	—	sol. HNO_3

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Combinaţii coordinative de nichel										
bromură de hexaamino nichel (II)	$[Ni(NH_3)_6]Br_2$	320,71	v.	1,837	—	—	pulb.	sol.	desc.	—
clorat de hexaamino-nichel (II)	$[Ni(NH_3)_6](ClO_3)_2$	327,80	—	1,52	180	—	—	dă $Ni(NH_3)_4$	—	—
clorură de hexaamino-nichel (II)	$[Ni(NH_3)_6]Cl_2$	231,80	albăstrui	$1,468^{25}$	—	—	cub.	sol.	desc.	ins. al.; sol. NH_4OH
fluorosilicat de tetrapiridin nichel (II)	$[Ni(C_5H_5N)_4]SiF_6$	517,20	albst. vd.	2,307	—	—	—	—	—	—
iodură de hexaamino nichel (II)	$[Ni(NH_3)_6]I_2$	414,70	albast. pal	2,101	desc.	—	cub.	desc.	—	sol. NH_4OH
nitrat de diaquotetramino nichel (II)	$[Ni(NH_3)_4(H_2O)_2(NO_3)_2]$	286,87	vd.	—	—	—	crist.	sol.	—	ins. al.
nitrat de hexaamino nichel (II)	$[Ni(NH_3)_6](NO_3)_2$	284,90	albst.	—	—	—	oct. sau cub.	4,46	—	—
Niobiu (columbiu) $Z=41$ valenţă III, IV, V	Nb	92,906	cşiu., luciu metalic	8,55	2500±50	3700	romb. *n* 1,80	ins.	ins.	ins. HCl, HNO_3; g. sol. HF; sol. H_2SO_4c.

borură	NbB_2	114,53	—	6,97	2900	—	hex.	—	—	—
bromură	$NbBr_5$	492,45	rş,purpuriu	—	150	361,6	—	desc.	—	sol. al., C_2H_5Br
carbură	NbC	104,92	n. sau cşiu.	7,82	aprox. 3900	—	cub. sau pulb.	ins.	—	ins. ac.; sol. HF şi HNO_3
clorură	$NbCl_5$	270,17	gb. alb	2,75	194	254	delic.	desc.	—	sol. HCl, CCl_4, al.
fluorură	$NbFl_5$	187,90	inc.	3,92	72	aprox. 220	mcl. pr.	sol. desc.	—	g. sol. CS_2, clf., H_2SO_4; sol. al.
hidrură	NbH	93,91	cşiu.	6,6	infuzibil	—	pulb.	—	—	ins. HCl, HNO_3 baze; sol. HF, H_2SO_4 conc.
nitrură	NbN	106,91	n.	8,4	2573	—	cub.	ins.	—	ins. HNO_3; sol. HF + HNO_3
hidrogen-oxalat	$Nb(HC_2O_4)_5$	538,00	inc.	—	—	—	mcl.	desc.	desc.	desc. al., sol. $H_2C_2O_4$
oxibromură	$NbOBr_3$	348,63	gb.	—	subl.	—	crist.	desc.	—	sol. ac.
oxiclorură	$NbOCl_3$	215,26	inc.	$10,19^{100}$ g/l	subl. 400	—	ace	desc.	desc.	ins. HCl., sol. al., H_2SO_4
monoxid	NbO (sau Nb_2O_2)	108,91	n.	6,27	—	—	cub.	ins.	ins.	ins. al., HNO_3; sol. ac., baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bioxid	NbO_2	124,90	n.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. ac.; g. sol. baze
tri (sesqui) oxid	Nb_2O_3	233,81	albst. n.	—	1780	—	—	—	—	—
pentoxid	Nb_2O_5	265,81	alb	4,47	1520	—	romb.	ins.	ins.	ins. alți ac.; sol. HF, baze
pentoxid (niobic, acid)	$Nb_2O_5 \cdot xH_2O$	—	alb	—	desc.	—	am.	ins.	—	ins. NH_3, sol. H_2SO_4 conc., HCl conc., HF, baze
Osmiu $Z = 76$ valență II, III, IV, V, VI, VII	Os	190,20	cşiu. albst.	22,48	2700	> 5300	hex.	ins.	ins.	ins. NH_3, g. sol. HNO_3, aq. reg.
pentacarbonil	$Os(CO)_5$	330,25	inc.	—	< -20	—	liq.	—	—	—
biclorură	$OsCl_2$	261,11	br. închis	—	desc.	—	delic.	ins.	desc.	g. sol. baze; sol. al., et., HNO_3
triclorură	$OsCl_3$	296,56	br.	—	desc. 560...600	—	cub.	sol.	—	g. sol. et.; sol. ac., baze, al.
triclorură	$OsCl_3 \cdot 3H_2O$	350,61	vd. închis	—	desc.	—	crist.	sol.	—	sol. al.

tetraclorură	$OsCl_4$	332,01	rş. br.	—	subl.	—	ace	g. sol. desc.	—	ins. al.
hexaclorură s. db. KCl	OsK_2Cl_6	481,12	rş.	—	desc.	—	cub.	g. sol.	sol.	ins. al.; sol. HCl dil.
tetrafluorură	OsF_4	266,19	br.	—	—	—	pulb.	desc.	desc.	—
hexafluorură	OsF_6	304,19	vd.	—	32,1	45,9	crist.	desc.	desc.	—
octafluorură	OsF_8	342,19	gălbui	—	34,4	47,3	crist.	desc.	desc.	sol. KF (aq.)
monoxid	OsO	206,20	n.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. ac.
bioxid	OsO_2	222,20	rş. br.	$7,91^{22}$	desc. 650	—	cub. sau hex.	ins.	ins.	ins. ac.
sesquioxid	Os_2O_3	428,40	br. închis	—	desc.	—	—	ins.	ins.	ins. ac.
tetroxid	OsO_4	254,20	α inc.; β gb.	$4,906^{22}$	α 39,5 β 41	130	α mcl.; β pl.	5,07/0	6,23/25	sol. CCl_4, al., et., NH_4OH, $POCl_3$
sulfit	$OsSO_3$	270,26	albst. n.	—	desc.	—	—	ins.	—	sol. HCl dil., baze
disulfură	OsS_2	254,33	n.	—	desc.	—	cub.	ins.	ins.	ins. baze
tetrasulfură	OsS_4	318,46	br. n.	—	desc.	—	—	ins.	—	ins. $(NH_4)_2S$; sol. HNO_3 dil.
Oxigen $Z = 8$ valenţă II	O_2	32,00	inc.	$1,429^{0}$ g/l; liq. $1,14^{-183}$ s. $1,426^{-252,5}$	−218,4	−182,96	gaz sau liq. sau crist. hex.	4,89cm³/0 3,16cm³/25	2,46cm³/50 2,30cm³/100	2,78cm³/25 al; sol. Ag topit

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ozon	O_3	48,00	inc. sau albst. închis	2,144g/l; liq. $1,571^{-18,3}$ g/l	−192,1 ±1	−111,9	gaz sau liq.	$49cm^3/0$	—	sol. baze, uleiuri
Paladiu Z = 46 valență II, III, IV	Pd	106,40	argintiu alb	$11,97^{0}$ $11,40^{22,5}$	1549,4	aprox. 2200	cub.	ins.	ins.	g. sol. HCl; sol. aq. reg., HNO_3c., H_2SO_4
bromură	$PbBr_2$	266,22	rş. br.	—	desc.	—	—	ins.	ins.	sol. HBr
cianură	$Pd(CN)_2$	158,44	gb. alb	—	desc.	—	—	ins.	ins.	ins. ac. dil., sol. KCN, NH_4OH
clorură	$PdCl_2$	177,31	rş. închis	—	500 desc.	—	cub., ace delic.	sol.	sol.	sol. HCl, act.
clorură	$PdCl_2 \cdot 2H_2O$	213,34	br.	—	desc.	—	prisme delic.	sol.	sol.	sol. HCl, act.
clorură de sodiu şi-	$Na_2[PdCl_4] \cdot 3H_2O$	348,24	br. rş.	—	—	—	delic.	sol.	—	sol. al.
fluorură	PdF_2	144,40	br.	—	volat.	desc. incandescent	—	g. sol.	—	sol. HF
trifluorură	PdF_3	163,40	n.	5,06	desc.	desc.	romb.	desc.	desc.	sol. HF
hidrură	Pd_2H (sau Pd_4H_2)	213,81	argintiu metalic	10,76	desc.	—	existentă probabilă	—	—	—

iodură	PdI_2	360,21	n.	—	desc. 350	—	pulb.	ins.	ins.	ins. al., et., HCl dil.; sol. KI
nitrat	$Pd(NO_3)_2$	230,41	br. gb.	—	desc.	—	romb. delic.	sol. desc.	—	sol. HNO_3
monoxid	PdO	122,40	n. vd. sau gb. sau n.	8,31	desc. 750	—	pulb.	ins.	ins.	g. sol. ac. c.
monoxid	$PdO \cdot x\,H_2O$	—	gb. la br.	—	desc.	—		ins.	ins.	sol. ac., NH_3, NH_4Cl
bioxid	$PdO_2 \cdot xH_2O$	—	rş.	—	desc. — $-H_2O$, 0	—		ins.	ins.	sol. ac., baze
suboxid	Pd_2O	228,80	n.	—	desc.	—		ins.	ins.	ins. ac.
seleniură	$PdSe$	185,36	cşiu. închis	—	<960	—		ins.	—	—
siliciură	$PdSi$	134,49	—	$7,31^{15}$	—	—	crist.	ins.	—	—
sulfat	$PdSO_4 \cdot 2H_2O$	238,49	rş. br.	—	desc.	—	crist. delic.	sol.	desc.	—
sulfură	PdS	138,46	br. n.		950, desc.	—	—	ins.	ins.	ins. HCl, $(NH_4)_2S$ sol. HNO_3, aq. reg.
disulfură	PdS_2	170,53	br. închis	—	desc.	—	—	ins.	ins.	sol. aq. reg., $(NH_4)_2S$
subsulfură	Pd_2S	244,86	vd. cşiu.	$7,303^{15}$	—	—	existenţă probabilă	ins.	—	—

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Combinaţii coordinative										
diclor-diaminopaladiu (II), *trans*.	$[Pd(NH_3)_2Cl_2]$	211,38	gb.	2,5	desc.	—	tetr.	$0,304^{10}$	sol. desc.	sol. ac. (desc.), NH_4OH
clorură de tetraminopaladiu	$[Pd(NH_3)_4]\,Cl_2\cdot H_2O$	263,44	inc.	$1,91^{18}$	desc., 120	—	tetr.	sol.	—	—
hidroxid de diaminopaladiu	$[Pd(NH_3)_2\,(OH)_2]$	174,48	gb.	—	> 105	—	crist. micr.	sol.	desc.	—
Platină $Z = 78$ valenţă II, III, IV, VI	Pt	195,09	argintiu metalic	21,45	1773,5	4300	cub.	ins.	ins.	sol. aq. reg., baze topite
arseniură (sperylit)	$PtAs_2$	344,93	alb	10,602	>800 desc.	—	cub.	ins.	—	ins.
bromură	$PtBr_2$	354,91	br.	6,65	desc. 250	—	—	ins.	ins.	ins. al., et.; g. sol. NH_3 sol. HCl, NH_4OH
bromură	$PtBr_4$	514,73	br. închis	5,69	desc. 180	—	—	0,41/20	g. sol.	sol. al., et., HBr
cianură	$Pt(CN)_2$	247,13	gb. br.	—	—	—	crist.	ins.	ins.	ins. ac., baze, al.; sol. KCN

clorură	$PtCl_2$	266,00	vd. măsliniu	$5{,}87^{11}$ (6,05)	desc. 581	—		ins. (g. sol.)	ins.	ins. al., et; g. sol. NH_3; sol. HCl, NH_4OH
clorură	$PtCl_3$	301,45	verzui n.	$5{,}256^{25}$	435	—		g. sol	sol.	sol. HCl c., HCl conc.
clorură	$PtCl_4$	336,90	br. rş.	—	desc. 370	—	crist.	sol.	sol.	inst. et.; g. sol. al., NH_3; sol. act.
clorură	$PtCl_4 \cdot 5H_2O$	426,98	rş.	2,43 ($8H_2O$)	$-H_2O$, 100		mcl.	sol.	sol.	sol. al., et.,
fluorură	PtF_2	233,09	gb. vd.	—	—	—	—	ins.	ins.	—
fluorură	PtF_4	271,08	rş. sau gb. br	—	desc.	—	masă topită sau crist. delic.	sol. desc.	sol.	sol. ac., baze
pirofosfat	$Pt \cdot P_2O_7$	369,03	vd. gb.	4,85	desc. 600	—		g. sol.	—	—
hidroxid	$Pt(OH)_2$	229,10	n.	—	desc.	—		ins.	ins.	ins. H_2SO_4, HNO_3, dil., sol. HCl, HBr, baze
hidroxid	$Pt(OH)_2 \cdot 2H_2O$	265,14	—	—	$-2H_2O$, 100	—		ins.	ins.	sol. ac. conc.
iodură	PtI_2	488,90	n.	6,4	desc. 300 ...350	—		ins.	ins.	ins. ac.; g. sol. Na_2SO_3; sol. HI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
iodură	PtI_4	702,71	br. sau n	$6{,}064^{25}$	desc. 370	—	am. sau crist.	sol. desc.	—	sol. al., act. NH_3, baze, HI, KI
monoxid	PtO	211,09	v. n.	$14{,}9^{15}$	desc. 550	—	—	ins.	ins.	ins. ac., aq. reg.; sol. HCl, H_2SO_3
oxid	$PtO \cdot 2H_2O$	247,12	—	—	—	—	—	—	—	sol. HCl conc. H_2SO_4, HNO_3
oxid	Pt_3O_4	649,27	n.	—	desc.	—	—	ins.	—	ins. ac., aq. reg.
sesquioxid	$Pt_2O_3 \cdot xH_2O$	—	br.	—	—	—	—	ins.	ins.	sol. H_2SO_4 conc., baze caustice
bioxid	PtO_2	227,09	n.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. ac., aq. reg.
bioxid	$PtO_2 \cdot H_2O$	245,10	n.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. acet., aq. reg., HCl; g. sol. NaOH
bioxid (hidroxid)	$PtO_2 \cdot 2H_2O$ [sau $Pt(OH)_4$]	263,12	gb. br. roz	—	$-2H_2O$, 100	—	—	ins.	ins.	sol. HCl, aq. reg., KOH
bioxid	$PtO_2 \cdot 3H_2O$	281,13	ocru	—	desc.	—	—	ins.	ins.	ins. HCl, aq. reg.

bioxid (acid hidroxo-platinic)	$PtO_2 \cdot 4H_2O$ [sau $H_2Pt(OH)_6$]	299,15	gb.	—	$-2H_2O$, 100 $-3H_2O$, 120	—	ace	ins.	ins.	sol. ac. dil., baze caustice
trioxid	PtO_3	243,09	rş. br.	—	—	—	pulb.	—	—	g. sol. HNO_3, H_2SO_4; sol. HCl, H_2SO_3
platinat de potasiu	$K_2PtO_3 \cdot 3H_2O$	375,34	gb.	—	desc.	—	romb.	sol.	—	ins. al.
platinat de sodiu	$Na_2PtO_3 \cdot 3H_2O$	343,11	rş. br. sau gb.	—	$-3H_2O$, 150	—	hex.	sol.	—	ins. al.; g. sol. HCl
platini-bromură de amoniu (s. db. $PtBr_4$ + NH_4Br)	$(NH_4)_2[PtBr_6]$	710,62	rş. br.	4,26	desc. 145	—	cub.	0,4/0	0,36/100	—
platini-bromură de potasiu (s. db. $PtBr_4$ + KBr)	$K_2[PtBr_6]$	752,75	rş. br. închis	4,66	desc> 400	—	cub.	2,02/20	10/100	ins. al.
platino-bromură de potasiu (s. db. $PtBr_2$ + + KBr)	$K_2[PtBr_4]$	592,93	br.	—	—	—	romb.	sol.	sol.	—
platini-bromură de sodiu (s. db. $PtBr_4$ + + NaBr)	$Na_2[PtBr_6] \cdot 6H_2O$	828,62	rş. închis	3,32	desc. 150	—	tric.	sol.	sol.	sol.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
platino-cianură de bariu [s. db. $Pt(CN)_2$ + + $Ba(CN)_2$]	$Ba[Pt(CN)_4] \cdot 4H_2O$	508,56	α gb.; β vd.	α 2,076; β 2,085	$-2H_2O$, 100	—	α mcl; β romb.	g. sol.	sol.	ins.
platino-cianură de ceriu [s. db. $Pt(CN)_2$ + + $Ce(CN)_3$]	$Ce_2[Pt(CN)_4]_3 \cdot 18H_2O$	1502,00	gb.	2,66	—	—	mcl.	—	—	—
platino-cianură de potasiu [s. db. $Pt(CN)_2$ + + KCN]	$K_2[Pt(CN_4)] \cdot 3H_2O$	431,41	inc. gb.	2,45	desc. 400...600	—	romb.	g. sol.	sol.	sol. al., et., H_2SO_4
platini-clorhidric acid	$H_2[PtCl_6] \cdot 6H_2O$	517,92	gb. br.	—	—	—	—	sol.	sol.	sol. al., et.
platini-clorură de amoniu (s. db. $PtCl_4$ + + NH_4Cl)	$(NH_4)_2[PtCl_6]$	443,89	gb.	3,06	desc.	—	cub.	0,29/0	3,37/100	ins. al., et.
platino-clorură de amoniu (s. db. $PtCl_2$ + + NH_4Cl)	$(NH_4)_2[PtCl_4]$	372,98	rş.	2,94	desc.	—	romb. (tetr.)	sol.	sol.	ins.
platini-clorură de bariu (s.db. $PtCl_4$ + + $BaCl_2$)	$Ba[PtCl_6] \cdot 6H_2O$	653,16	port. gb.	2,87	$-5H_2O$, 70	—	romb.	sol.	—	ins. al., et.; desc. ac.

platini-clorură de cesiu (s. db. $PtCl_4 + CsCl$)	$Cs_2[PtCl_6]$	673,54	gb.	—	desc.	—	cub.	0,024/0	0,377/100	ins. al.
platini-clorură de potasiu (s. db. $PtCl_4 + KCl$)	$K_2[PtCl_6]$	486,01	gb.	3,50	desc. 250	—	cub.	0,48/2	5,2/100	ins. al., et.
platino-clorură de potasiu (s. db. $PtCl_2 + KCl$)	$K_2[PtCl_4]$	415,11	br. rş.	3,30	desc.	—	tetr.	0,93/16	5,3/100	ins. al
platini-clorură de rubidiu (s. db. $PtCl_4 + RbCl$)	$Rb_2[PtCl_6]$	578,75	gb.	3,94	desc.	—	cub.	0,18/0	0,63/100	ins. al.
platini-clorură de sodiu (s. db. $PtCl_4 + NaCl$)	$Na_2[PtCl_6] \cdot 6H_2O$	561,88	gb. rs	2,50	$-6H_2O$, 100	—	tricl.	66/15	sol.	11,9 al.; ins. et.
platini-clorură de sodiu (s. db. $PtCl_2 + NaCl$	$Na_2[PtCl_4] \cdot 4H_2O$	454,94	rş	—	desc. 100	—	prisme	sol.	—	sol. al.
sulfat	$Pt(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$	459,27	gb.	—	—	—	pl.	sol.	desc.	sol. ac., al., et.
sulfură	PtS	227,15	n.	8,847	desc.	—		ins.	ins.	ins. ac., baze; sol. $(NH_4)_2S$
sesquisulfură	Pt_2S_3	486,37	cşiu.	5,52	desc.	—	existenţă probabilă	ins.	ins.	ins. ac.; g. sol. aq. reg.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfură	PtS_2	259,22	n. br.	7,22	desc. 225...250	—	pulb.	ins.	ins.	ins. $(NH_4)_2S$; sol. HCl, HNO_3
Combinații	*coordinative*									
tetraclordiamino-platină (IV) *cis-*	$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$	370,96	port. gb.	—	240	—	romb. sau hex., pl. sau ace	—	—	—
tetraclordiamino-platină (IV) *trans-*	$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$	370,96	gb.	3,3	200...216	—	ace sau pl.	—	—	—
cloroplatinit de tetra-amino-platină (II) (sarea lui Magnus)	$[Pt(NH_3)_4]PtCl_4$	600,11	vd. sau rş.	$< 4{,}1$	desc.	—	tetr.	g. sol.	g. sol.	—
clorură de tetraamino-platină (II)	$[Pt(NH_3)_4]Cl_2 \cdot H_2O$	352,13	inc.	2,737	250	—	tetr. n 1,672; 1,667	—	—	—
Plumb $Z = 82$ valență II, IV	Pb	207,19	argintiu albst. alb	$11{,}3437^{16}$ $11{,}268^{20}_{30}$ RaPb $11{,}2960^{16}$ UPb	327,43	1620	cub. met. moale	ins.	ins.	sol. HNO_3, H_2SO_4 conc. c.
acetat	$Pb(C_2H_3O_2)_2$	325,28	alb	3,25	280	—	crist.	19,7/0	221/50	g. sol. al.; sol. glicerină
acetat	$Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$	379,33	alb	2,55	75	—	mcl. n_β 1,576	45,61/15	200/100	ins. al.

acetat	$Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 10H_2O$	505,43	—	1,69	22	—	romb. crist.	sol.	—	ins. al.
acetat bazic	$Pb_2OH(C_2H_3O_2)_3$	608,52	alb	—	—	—	—	sol.	—	g. sol. al
acetat bazic	$Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot Pb(OH)_2 \cdot 2H_2O$	602,52	alb	—	—	—	mcl.	sol.	—	sol. al,
acetat bazic	$Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2Pb(OH)_2 \cdot 2H_2O$	843,72	alb	—	—	—	ace micr.	5,55	18,2	sol. al.
tetraacetat	$Pb(C_2H_3O_2)_4$	443,37	—	$2{,}228^{17}$	175	—	mcl.	desc.	—	desc. al., sol. clf., acet. c.
diantimoniat	$Pb_2Sb_2O_7$	769,88	gb. închis	6,72	—	—	pulb.	ins.	ins.	g. sol. HCl
ortoarseniat	$Pb_3(AsO_4)_2$	899,41	alb	7,30	1042; ușor desc. 1000	—	crist. f. tari	g. sol.	—	sol. HNO_3
ortodiarseniat	$PbHAsO_4$	347,12	—	5,79	desc. > 200	$-H_2O$, 280	plăcuțe mcl. n_α 1,90; n_β 1,97	ins.	g. sol.	sol. HNO_3, baze caustice
ortomono-arseniat	$Pb(H_2AsO_4)_2$	489,06		$4{,}46^{15}$	desc. 140	—	tricl. n 1,74; 1,82	desc.	—	sol. HNO_3
piroarseniat	$Pb_2As_2O_7$	676,22		6,85	802	—	romb. n_β 2,03	ins.	desc.	ins. acet. sol. HCl, HNO_3
metaarseniat	$Pb(AsO_3)_2$	453,03		$6{,}42^{15}$	—	—	hex. tabl.	desc.	desc.	sol. HNO_3
ortoarsenit	$Pb_3(AsO_3)_2 \cdot xH_2O$	—	alb	5,85	—	—	pulb.	ins.	—	sol. HNO_3, baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
metaarsenit	$Pb(AsO_2)_2$	421,03	alb	5,85	—	—	pulb.	ins.	—	sol. HNO_3
azidă	$Pb(N_3)_2$	291,23	inc.	—	expl. 350	—	ace	0,023/18	0,09/70	ins. NH_4OH; sol. acet.
benzoat	$Pb(C_7H_5O_2)_2 \cdot H_2O$	467,44	alb	—	$-H_2O$, 100	—	crist. pulb.	0,16/20	0,31/49,5	—
metaborat	$Pb(BO_2)_2 \cdot H_2O$	310,82	alb	5,598 anh.	—	$-H_2O$, 160	crist. pulb.	ins.	ins.	ins. baze; sol. ac.
bromat	$Pb(BrO_3)_2 \cdot H_2O$	481,02	inc.	5,53	desc. 180	—	mcl.	1,38/20	—	—
bromură	$PbBr_2$	367,01	alb	6,66	373	916	romb.	0,4554/0 0,8441/20	4,71/100	ins. al.; g. sol. NH_3; sol. ac., KBr
tetraizobutil plumb	$Pb[CH_2CH(CH_3)_2]_4$	435,66	—	1,324	−23	—	pl. *n* 1,5042	—	—	—
caprilat	$Pb(C_8H_{15}O_2)_2$	493,61	alb	—	83,5...84,5	—	pl.	ins.	ins.	0,0938/20 et.; sol. al.
caprinat	$Pb(C_{10}H_{19}\ O_2)_2$	549,71	—	—	103...4	—	—	ins.	ins.	0,00290/20 et.
capronat	$Pb(C_6H_{11}O_2)_2$	437,50	—	—	73...4	—	—	—	—	1,09/25 et.
carbonat (ceruzită)	$PbCO_3$	267,20	inc.	6,6	desc. 315	—	romb. *n* 1,804; 2,076; 2,078	0,00011/20	desc.	ins. al., NH_3; sol. ac., baze

carbonat bazic (ceruză)	$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$	775,60	alb	6,14	desc. 400	—	pulb. am. sau hex. *n* 2,09; 1,94	ins.	ins.	sol. CO_2 aq.
cerotat	$Pb(C_{26}H_{51}O_2)_2$	998,58	alb	—	112,5... 3,5	—	ace (bz.)	ins.	—	ins. al., et.
cianat	$Pb(OCN)_2$	291,22	alb	—	desc.	—	ace	ins.	g. sol.	—
cianură	$Pb(CN)_2$	259,23	gb. alb	—	—	—	pulb. tox.	g. sol.	sol.	sol. KCN
citrat	$Pb_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 3H_2O$	1053,82	alb	—	—	—	pulb. crist.	sol.	—	—
clorat	$Pb(ClO_3)_2$	374,09	alb	3,89	desc.	—	mcl.	sol.	—	sol. al.
clorat	$Pb(ClO_3)_2 \cdot H_2O$	392,11	alb	4,037	desc., 110	—	mcl. delic.	151,3/18	171/80	sol. al.
perclorat	$Pb(ClO_4)2 \cdot 3H_2O$	460,14	—	2,6	desc., 100	—	romb.	499,7/25	—	sol. al.
clorură (contunnit)	$PbCl_2$	278,10	alb	5,85	501	950	romb. *n* 2,199; 2,217; 2,260	0,673/0; 0,99/20	3,34/100	ins. al.; g. sol. HCl dil., NH_3
clorură	$PbCl_4$	349,00	gb.	$3{,}18^{0}$	−15	expl. 105	liq. uleios	desc. degajare Cl_2	desc.	sol. HCl conc.
cloro-sulfură	$PbCl_2 \cdot 3PbS$	995,86	rş.	—	—	—	—	ins.	desc.	ins. ac. dil.; desc. ac., baze
clorit	$Pb(ClO_2)_2$	342,09	gb.	—	expl. 126	—	mcl.	0,095/20	0,42/100	sol. KOH
cromat (crocoită)	$PbCrO_4$	323,18	gb.	6,3 $(6{,}12)^{15}$	844	desc.	mcl. *n* 2,31; 2,37(Li); 2,66	0,0000058/25	ins.	ins. acet., NH_3; sol ac., baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
cromat bazic	$Pb_2(OH)_2CrO_4$	564,39	rş.	—	920	—	am. sau crist.	ins.	—	1,019/100 ml KOH 2N
cromat bazic	$PbCrO_4 \cdot PbO$	546,37	rş.	—	—	—	pulb. crist.	ins.	ins.	sol. ac., baze
bicromat	$PbCr_2O_7$	423,18	rş.	—	—	—	crist.	desc.	—	sol. ac., baze
enantiat	$Pb(C_7H_{13}O_2)_2$	465,55	alb	—	79...80	—	pl.	—	g. sol.	ins. al.
hexaetildiplumb	$Pb_2(C_2H_5)_6$	588,75	—	1,471	—	desc.	liq.	ins.	—	—
tetraetilplumb	$Pb(C_2H_5)_4$	323,44	inc.	$1,659^{18}$	—	desc. 200; 91/19	liq. n^{20} 1,5195	ins.	—	sol. bz., al., et., pet.
tetrafenilplumb	$Pb(C_6H_5)_4$	515,62	alb	—	227,7	—	ace	—	—	sol. bz.
fericianură	$Pb_3[Fe(CN)_6]_2 \cdot 5H_2O$(sau $6H_2O$)	1135,55	n. br. pînă la rş.	$1,037^0$ (slţie sat).	$-H_2O$, 110...120, desc.	—	mcl. pr.	g. sol.	sol., desc. 100	sol. HNO_3, baze
ferită	$PbFe_2O_4$	382,88	—	—	1530; desc> 725	—	hex.	—	—	—
ferocianură	$Pb_2Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	680,38	gb. alb	—	$-H_2O$, 100	—	pulb.	ins.	—	g. sol. H_2SO_4
fluorură	PbF_2	245,19	inc.	8,24	855	1290	—	0,064/20	—	ins. act., NH_3; sol. HNO_3

fluorosilicat	$PbSiF_6 \cdot 2H_2O$	385,30	inc.	—	desc.	—	mcl.	sol.	sol.	—
fluorosilicat	$PbSiF_6 \cdot 4H_2O$	421,33	—	—	<100, desc.	—	mcl.	—	—	—
formiat	$Pb(CHO_2)_2$	297,23	alb	4,63	desc. 190	—	romb. n 1,789; 1,852; 1,877	1,6/16	20/100	ins. al.
ortofosfat	$Pb_3(PO_4)_2$	811,51	inc. sau alb	6,9...7,3	1014	—	hex. sau pulb.	0,000014/ /20	ins.	ins. acet. sol. HNO_3, baze
ortofosfat, di-	$PbHPO_4$	303,17	—	$5{,}661^{15}$	desc.	—	romb. mcl.	—	—	sol. HNO_3, KOH, NaOH, NH_4Cl
ortofosfat, mono-	$Pb(H_2PO_4)_2$	401,16	—	—	—	—	ace	—	—	ins. acet. 50%; sol. KOH, NaOH, HNO_3dil, HCl conc. c.
pirofosfat	$Pb_2P_2O_7$	588,32	alb	5,8	824	—	romb.	ins.	ins.	sol. KOH HNO_3.
pirofosfat	$Pb_2P_2O_7 \cdot H_2O$	606,34	—	—	806 anh.	—	romb.	ins.	desc.	sol. HNO_3, KOH, $Na_4P_2O_7$
metafosfat	$Pb(PO_3)_2$	365,13	inc.	—	800(?)	—	crist.	g. sol.	—	—
ortofosfit	$PbHPO_3$	287,17	alb	—	desc.	—	pulb.	ins.	ins.	sol. HNO_3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hidroxid	$Pb(OH)_2$?	241,20	alb	—	desc. 145	—	am.	0,0155/ 20	g. sol.	ins. act.; sol. ac., baze
hidroxid	$Pb_2O(OH)_2$ (sau $2PbO \cdot H_2O$)	464,39	alb	7,592	desc. 145	—	cub. sau pulb. am.	0,014	g. sol.	sol. HNO_3, baze, acet.
iodat	$Pb(IO_3)_2$	557,00	alb	—	desc. 300	—	—	0,0012/2	0,003/25	ins. NH_3 g. sol. HNO_3
paraperiodat	$PbHIO_5$	415,10	—	—	desc. 130	—	crist.	ins.	ins.	sol. HNO_3; dil.
paraperiodat	$PbHIO_5 \cdot H_2O$	433,11	—	—	$-H_2O$, 110	—	am.	ins.	ins.	g. sol. HNO_3 dil.
iodură	PbI	334,10	gb. deschis	—	desc. 300	—	—	0,01	—	—
iodură	PbI_2	461,00	gb.	6,16	402(393)	954(900)	pulb. hex.	0,044/0 0,063/20	0,41/100	ins. al.; sol. baze, KI
izobutirat	$Pb(C_4H_7O_2)_2$	381,39	alb	—	<100	—	pr.	9,1/16	—	—
laurat	$Pb(C_{12}H_{23}O_2)_2$	605,82	alb	—	104,7	—	pulb.	0,009/35	—	0,008/25 al; 0,007/14,5 et.
lignocerat	$Pb(C_{24}H_{47}O_2)_2$	942,47	alb	—	117	—	pulb.	ins.	—	ins. et.; g. sol. al.; sol. benzen la fierbere

melisat	$Pb(C_{31}H_{61}O_2)_2$	1138,85	alb	—	115...16	—	pulb.	ins.	ins.	ins. al., et.; g. sol. bzc. clf., sol. acet., tol. la fierbere
tetrametil plumb	$Pb(CH_3)_4$	267,33	—	1,995	−27,5	110	liq. n^{20} 1,5120	ins.	—	sol. bz., et., pet. al.
molibdat (urilfenit)	$PbMoO_4$	367,13	—	6,03...7,01	1060...70	—	tetr. pl.	ins.	—	ins. al.; desc. H_2SO_4 conc., ac. KOH
miristat	$Pb(C_{14}H_{27}O_2)_2$	661,93	alb	—	107	—	pulb.	0,005/35	0,006/50	0,004/25 al.; 0,010/14,5 et.
2-naftalen-sulfonat	$Pb(C_{10}H_7SO_3)_2$	621,65	alb	—	—	—	pulb. crist. toxic	—	—	—
nitrat	$Pb(NO_3)_2$	331,20	inc.	$4,53^{20}$	desc. 470	—	cub. sau mcl. n 1,782	37,65/0 56,6/20	127/100	8,77/22 al. 43% NH_3, baze
nitrat bazic	$Pb(OH)NO_3$	286,20	—	5,93	desc. 180	—	crist. romb.	19,4/19,2	sol.	sol. ac.
oleat	$Pb(C_{18}H_{33}O_2)_2$	770,12	alb	—	—	—	pulb.	ins.	—	g. sol. al; sol.et.pet.; 6,46 et.
oxalat	PbC_2O_4	295,20	alb	5,28	desc. 300	—	pulb.	0,00016/18	—	ins. al.; sol. HNO_3
suboxid	Pb_2O	430,38	n.	8,342	desc.	—	am.	ins.	ins.	sol. ac., baze

melisat	$Pb(C_{31}H_{61}O_2)_2$	1138,85	alb	—	115...16	—	pulb.	ins.	ins.	ins. al., et.; g. sol. bzc. clf., sol. acet., tol. la fierbere
tetrametil plumb	$Pb(CH_3)_4$	267,33	—	1,995	−27,5	110	liq. n^{20} 1,5120	ins.	—	sol. bz., et., pet. al.
molibdat (urilfenit)	$PbMoO_4$	367,13	—	6,03...7,01	1060...70	—	tetr. pl.	ins.	—	ins. al.; desc. H_2SO_4 conc., ac. KOH
miristat	$Pb(C_{14}H_{27}O_2)_2$	661,93	alb	—	107	—	pulb.	0,005/35	0,006/50	0,004/25 al.; 0,010/14,5 et.
2-naftalen-sulfonat	$Pb(C_{10}H_7SO_3)_2$	621,65	alb	—	—	—	pulb. crist. toxic	—	—	—
nitrat	$Pb(NO_3)_2$	331,20	inc.	$4,53^{20}$	desc. 470	—	cub. sau mcl. n 1,782	37,65/0 56,6/20	127/100	8,77/22 al. 43% NH_3, baze
nitrat bazic	$Pb(OH)NO_3$	286,20	—	5,93	desc. 180	—	crist. romb.	19,4/19,2	sol.	sol. ac.
oleat	$Pb(C_{18}H_{33}O_2)_2$	770,12	alb	—	—	—	pulb.	ins.	—	g. sol. al; sol.et.pet.; 6,46 et.
oxalat	PbC_2O_4	295,20	alb	5,28	desc. 300	—	pulb.	0,00016/18	—	ins. al.; sol. HNO_3
suboxid	Pb_2O	430,38	n.	8,342	desc.	—	am.	ins.	ins.	sol. ac., baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oxid (litargă)	PbO	223,19	gb.	9,53	888	—	tetr. n 2,665(Li) 2,535(Li)	0,0017/20	—	sol. HNO_3, baze, acet. Pb, NH_4Cl, $CaCl_2$, $SrCl_2$
oxid (mazicot)	PbO	223,19	gb.	8,0	—	—	romb. n 2,51; 2,61 (Li); 2,71	0,0023/22	ins.	sol. baze
oxid (miniu)	Pb_3O_4	685,57	rș.	9,1	desc. 500	—	crist. sau pulb. am.	ins.	ins.	ins. al.; sol. acet. HClc.
sesquioxid	Pb_2O_3	462,38	gb.port.	—	desc. 370	—	pulb. am.	ins.	desc.	desc. ac. la săruri de Pb + + PbO_2
bioxid (plattnerit)	PbO_2	239,19	br.	9,375	desc. 290	—	tetr. n_ω 2,3 (Li)	ins.	ins.	ins. al.; g. sol. acet.; sol. HCl dil.
oxiclorură (matlockit)	$PbCl_2 \cdot Pb(OH)_2$	519,30	alb	7,21	desc. 524	—	tetr. n 2,04; 2,15 2,15	0,0095/18	—	sol. baze
oxiclorură (laurionit)	$PbCl_2 \cdot Pb(OH)_2$	519,30	—	6,24	desc. 142	—	romb.	—	—	—
oxiclorură(paralaurionit)	$PbCl_2 \cdot PbO \cdot H_2O$	519,30	inc.pînă la alb	$6{,}05^{15}$	desc. 150	—	pr. mcl. n 2,146	—	—	—

oxiclorură (mendipit)	$PbCl_2 \cdot 2PbO$	724,47	gb.	7,08	693	—	romb. *n* 2,24; 2,27; 2,31	ins.	ins.	sol. baze
oxiclorură	$PbCl_2 \cdot 3PbO$	947,66	gb.	—	—	—	—	0,0056/18	0,07/74	—
oxiclorură (galben cassel)	$PbCl_2 \cdot 7PbO$	1840,42	gb.	—	—	—	crist. sau pulb.	ins.	—	—
palmitat	$Pb(C_{16}H_{31}O_2)_2$	718,04	alb	—	112,3	—	pulb.	0,005/35	0,007/50	0,148/20 et.; sol. al.
picrat	$Pb(C_6H_2N_3O_7)_2 \cdot H_2O$	681,40	gb.	$2{,}831^{20}$	$-H_2O$, 130	expl.	ace	0,88/15	—	—
tetraizopropilplumb	$Pb[CH(CH_3)_2]_4$	379,55	inc.	1,4504	−53,5	120/14; 133...8/27	liq. desc. în aer *n* 1,5223	ins.	—	sol. bz., et., pet.
tetra-*n*-propilplumb	$Pb(C_3H_7)_4$	379,55	inc.	1,44	—	126/13	liq. *n* 1,5094	—	—	g. sol. al.; sol. bz., et-pet.
seleniat	$PbSeO_4$	350,15	alb	6,37	desc.	—	romb.	ins.	ins.	sol. ac. conc.
selenură (clausthalit)	PbSe	286,15	—	$8{,}10^{15}$	1065	—	cub.	ins.	—	sol. HNO_3
metasilicat (alamosit)	$PbSiO_3$	283,27	inc. sau alb	6,49	766	—	mcl.	ins.	—	desc. ac.
stearat	$Pb(C_{18}H_{35}O_2)_2$	774,15	alb	—	115,7	—	pulb.	0,005/35	0,006/50	0,005/14,5 et.; ins. al.
sulfat (anglezită)	$PbSO_4$	303,25	alb	6,2	desc. 1000	—	mcl. sau romb. *n* 1,877; 1,882	0,00425/25	0,0066/40	ins. al.; g. sol. H_2SO_4 conc., sol. săruri NH_4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfat bazic (lanarkit)	$PbSO_4 \cdot PbO$	526,44	alb	6,92	977	—	mcl. *n* 1,93; 1,99; 2,02	0,0044/0	g. sol.	g. sol. H_2SO_4
peroxidisulfat	$PbS_2O_8 \cdot 3H_2O$	453,36	—	—	—	—	delic.	sol.	—	—
sulfat acid	$Pb(HSO_4)_2 \cdot H_2O$	419,34	—	—	desc.	—	crist.	0,0001/18 desc.	—	g. sol. H_2SO_4
sulfit	$PbSO_3$	287,25	alb	—	—	—	pulb.	ins.	ins.	sol. HNO_3
sulfură (galenă)	PbS	239,25	albst. met.	7,5	1114	—	cub. *n* 3,912	0,01244/20	—	ins. al., KOH, sol. ac.
sulfoclorură	$3PbS \cdot PbCl_2$	995,86	rș.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
tartrat	$PbC_4H_4O_6$	355,26	alb	$2,53^{19}$	—	—	pulb. crist.	0,0025/20	0,0074/100	ins. al., acet. NH_3, act.; sol. HNO_3, KOH
telurură (altait)	PbTe	334,79	alb	8,16	917	—	cub.	—	—	—
tiocianat	$Pb(SCN)_2$	323,35	alb	3,82	—	—	mcl.	0,05/20	desc.	sol. KCNS, HNO_3
ditionat	$PbS_2O_6 \cdot 4H_2O$	439,38	—	3,22	desc.	—	trig. *n* 1,635; 1,653	115,0/20,5	—	—

tiosulfat	PbS_2O_3	319,32	alb	5,18	desc.	—	crist.	0,03	—	sol. ac., $Na_2S_2O_3$
metatitanat	$PbTiO_3$	303,09	gb.	7,52	—	—	romb. piram.	ins.	ins.	—
metavanadat	$Pb(VO_3)_2$	405,07	gb.	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	desc. HCl; sol. HNO_3 dil.
wolframat (raspit)	$PbWO_4$	455,04	inc.	—	1123	—	mcl. *n* 2,27; 2,27 2,30	0,03	—	ins. al.; desc. ac.
wolframat (stolzit)	$PbWO_4$	455,04	—	8,23	—	—	tetr. *n* 2,269; 2,182	ins.	—	ins. HNO_3; sol. KOH
Plutoniu $Z = 94$ valență III, IV, V, VI	Pu	242	—	—	—	—	—	—		—
tribromură	$PuBr_3$	481,17	—	—	—	—	—		—	—
triclorură	$PuCl_3$	348,36	vd.	—	subl. 750 ...800	—	—		—	—
tetraclorură	$PuCl_4$	383,8	—	—	—	—	—	există numai în fază gazoasă în prezență de Cl_2		—
trifluorură	PuF_3	299	—	—	—	—	—	—	—	—
tetrafluorură	PuF_4	317,99	—	—	desc. vid PuF_3	—	—	—	—	—
hexafluorură	PuF_6	355,99	—	—	nestabilă	—	—	—	—	—
hidroxid	$Pu(OH)_4$	310,03	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
triiodură	PuI_3	622,71	—	—	—	—	—	—	—	—
oxiclorură	$PuOCl_2$	328,91	—	—	—	—	—	—	—	—
bioxid	PuO_2	274	—	—	—	—	—	—	—	—
sesquioxid	Pu_2O_3	532	—	—	—	—	—	—	—	—
oxisulfură	PuOS sau Pu_2O_2S	—	—	—	—	—	—	—	—	—
sesquisulfură	Pu_2S_3	548,13	—	—	—	—	—	—	—	—
plutonil acetat de sodiu şi-	$NaPuO_3\cdot$ $\cdot(C_2H_3O_2)_3$	490,12	—	—	—	—	—	—	—	—
Potasiu $Z = 19$ valenţă I	K	39,102	alb argintiu	$0,86^{20}$; $0,83^{62}$	62,3	760	cub.	desc. la $KOH +$ H_2O	desc.	desc. al. sol. ac., Hg, NH_3
acetat	$KC_2H_3O_2$	98,15	alb lucios	1,8	292	—	pulb. delic.	253/20; 286,3/31	492/62	33 al.; ins. et.
acetat acid	$KC_2H_3O_2\cdot$ $\cdot HC_2H_3O_2$	158,20	—	—	148	desc. 220	ace sau pl.	desc.	desc.	sol. al., act.
acetilsalicilat	$KC_9H_7O_4\cdot 2H_2O$	254,29	—	—	65	—	—	—	—	—
metaaluminat	$KAlO_2\cdot 1\ ^1/_2\ H_2O$	125,11	inc.	—	—	—	crist.	sol. desc.	sol. desc.	ins. al.; sol. baze
aluminosilicat (microclin)	$KAlSi_3O_8$ (sau $K_2O\cdot Al_2O_3\cdot 6SiO_2$)	278,34	—	2,54...2,57	—	—	tricl. *n* 1,522; 1,526; 1,530	—	—	—

aluminosilicat (muscovit, mică albă)	$KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$ (sau $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$)	398,31	inc.	2,76...2,80	desc.	—	mcl. n 1,518; 1,524; 1,526	ins.	—	—
aluminosilicat (ortoclaz)	$KAlSi_3O_8$ (sau $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)	278,34		2,56	—	—	mcl. n 1,518; 1,524; 1,526	—	—	—
aluminiuborat, bazic	$K(AlO)_2(BO_2)_3$	253,49	alb	3,415	<1800	—	cub. n 1,6935	ins.	ins.	g. sol. HCl
aluminiu-sulfat (kalinit)	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	474,39	inc.	1,75	92(84,5)	$-9H_2O$, 64,5	cub. sau mcl. n 1,4562; 1,430; 1,452 1,458	11,4/20	∞	ins. al.; sol ac. dil.
amidură	KNH_2	55,12	inc. alb sau gb. vd.	—	335	subl. 400	—	desc.	desc.	desc. al.
antimoniat (piroantimoniat)	$KSb(OH)_6 \cdot {}^1/_2H_2O$	271,90	alb	—	—	—	pulb. crist. granule	2,82/20	sol.	—
antimoniură	K_3Sb	239,06	gb. vd.	—	812	—	—	desc.	—	desc. în aer.
arseniat terțiar	K_3AsO_4	256,23	inc.	—	—	—	ace delic.	18,87	sol.	4 al.
arseniat secundar	K_2HAsO_4	218,13	inc.	—	—	—	crist.	18,86/6	sol.	ins. al.
arseniat primar	KH_2AsO_4	180,04	inc.	2,867	288	—	tetr. n 1,567; 1,518	19/6	sol.	ins. al.
ortoarsenit	K_3AsO_3	240,23	inc.	—	—	—	ace	sol.	—	sol. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
metaarsenit	$KAsO_2$	146,02	alb	—	—	—	pulb. higr.	sol.	sol.	g. sol. al.
metaarsenit acid	$KH(AsO_2)_2 \cdot H_2O$	271,97	—	—	—	—	—	sol.	—	g. sol. al.
aurat	$KAuO_2 \cdot 3H_2O$ (sau $2H_2O$)	322,11	gb. luminos	—	desc.	—	ace	sol.	desc.	sol. al.
diboran (diboranură)	$K_2B_2H_6$	105,87	alb	1,18	—	300/1 desc.	crist. cub. n 1,493	desc.	—	—
diboran-dihidroxi	$K_2B_2H_6O_2$	137,87	inc.	1,39	desc. →K	—	crist. cub.	sol.	—	sol. al.
pentaboran	$K_2B_5H_9$	141,33	alb	—	desc. <180	—	pulb.	desc.	desc.	—
metaborat	KBO_2(sau $K_2B_2O_4$)	81,91	inc.	—	947...50	—	mcl.	71/30	sol.	—
tetraborat	$K_2B_4O_7 \cdot 8H_2O$	377,57	inc.	1,74 (anh.)	desc.	—	mcl.	26,7/30	sol.	—
pentaborat	$KB_5O_8 \cdot 4H_2O$	293,21	inc.	—	780	—	—	0,007/0	—	—
peroxiborat	$KBO_3 \cdot {}^1/_2H_2O$	106,92	alb	—	—	—	—	1,22/0	—	ins. al., et
borotartrat	$KC_4H_4BO_7$	213,99	alb	1,832	—	—	pulb. crist.	sol.	—	ins. al., et., clf.
bromat	$KBrO_3$	167,01	inc.	$3,27^{17,5}$	434; desc. 370	— —	trig.	3,1/0; 13,3/10	49,75/100	ins. act.; g. sol.al.
bromoaurat	$KAuBr_4$	555,71	rş. br.	—	desc.	—	romb.	g. sol.	—	sol. al.

bromoaurat	$KAuBr_4 \cdot 2H_2O$	591,74	v.	—	—	—	crist. mcl.	19,5/15	204/67	desc. et.; sol. al., KBr
dibromoiodură	$KJBr_2$	325,82	—	—	60	desc. 180	romb.	desc.	—	—
bromostanat	K_2SnBr_6	676,35	—	3,783	—	—	crist.	—	—	—
bromură	KBr	119,01	inc.	$2,75^{25}$	730	1380 (1435)	cub. ușor higr. *n* 1,559	53,48/0	102/100	0,5 al.; g. sol. et.; sol. glic.
cacodilat	$K[(CH_3)_2AsO_2] \cdot H_2O$	194,11	alb	—	—	—	crist.	sol.	—	ins. et.; g. sol.al.
D-camforat	$K_2C_{10}H_{14}O_4 \cdot 5H_2O$	366,50	—	—	$-5H_2O$, 110	—	ace în ciorchine, higr.	260/14	—	sol. al.
carbonat	K_2CO_3	138,21	inc.	$2,428^{19}$	891	desc.	mcl. higr.	112/20	156/100	ins. al., act.
carbonat	$K_2CO_3 \cdot 2H_2O$	174,24	inc.	—	—	—	romb.	146,9	331/100	—
carbonat	$2K_2CO_3 \cdot 3H_2O$	330,47	inc.	2,043	—	—	mcl.	129,4	268,3/100	ins. al., NH_4OH,
hidrogencarbonat	$KHCO_3$	100,12	inc.	2,17	desc. 100...200	—	mcl.	22,4	60/60	ins. al.
peroxicarbonat	$K_2C_2O_6$	198,22	albast.	—	200...300	—	—	sol.	—	—
hidrogencarbonat de cobalt și-	$KHCO_3 \cdot CoCO_3 \cdot 4H_2O$	291,12	roz	—	—	—	ace	desc.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hidrogen-carbonat de magneziu şi-	$KHCO_3 \cdot MgCO_3 \cdot 4H_2O$	256,50	inc.	2,98	—	—	tricl. sau romb.	sol. desc. $MgCO_3 \cdot 3H_2O$		—
carbonat de argint şi-	$KAgCO_3$	206,98	—	3,769	desc.	—	pl. rect.	desc.	desc.	—
carbonat de sodiu şi-	$KNaCO_3 \cdot 6H_2O$	230,19	—	1,61... $1,63^{14}$	$-6H_2O$, 100	—	mcl. higr. efl.	185,2/15	—	—
carbonat de uranil şi-	$2K_2 \cdot CO_3\ UO_2CO_3$	606,46	gb.	—	$-CO_2$, 300	—	hex.	7,4/15	desc.	ins. ac; sol. K_2CO_3 aq.
carbonil	$(KCO)_6$	402,68	cşiu. rş.	—	expl.	—	—	expl.	—	desc. al.
cianat	$KOCN$	81,12	inc.	$2,048^{16}$; $2,056^{20}$	desc. 700...900	—	ace	sol.	sol.	ins. al.
cianoargintat (I) (argintocianură)	$KAg(CN)_2$	199,01	—	2,36	—	—	cub. *n* 1,625	25/20	100	ins. ac.; 4 al. 85%
cianoaurat (III)	$KAu(CN)_4 \cdot 1^1/_2H_2O$	367,16	inc.	—	desc. 200	—	pl.	sol.	sol.	sol. al.
cianoaurat(I)	$KAu(CN)_2$	288,10	inc.	3,45	—	—	romb.	14,3	200	ins. et.; g. sol. al.
cianocadmiat	$K_2Cd(CN)_4$	294,68	inc.	1,85	—	—	cub.	33	100/100	g. sol. al.
cianocromat (III)	$K_3Cr(CN)_6$	325,41	gb.	1,71	—	—	romb.	30,9/20	—	ins. al.
cianocuprat (I)	$K_3Cu(CN)_4$	284,92	inc.	—	desc.	—	romb.dr.	sol.	—	—

cianomanganat (III)	$K_3Mn(CN)_6$	328,35	rș.	—	—	—	romb. n 1,553; 1,555 (Li); 1,571	sol.	—	—
cianomanganat (II)	$K_4Mn(CN)_6 \cdot 3H_2O$	421,50	albst.	—	—	—	tetr.	sol.	desc.	—
cianomercurat	$K_2Hg(CN)_4$	382,87	inc.	—	—	—	crist. toxic	sol.	—	sol. al.
cianonichelat (II)	$K_2Ni(CN)_4 \cdot H_2O$	259,00	rș. gb.	$1,875^{11}$	$-H_2O$, 100	—	mcl. crist. sau pulb.	sol.	—	desc. al.
cianoosmit	$K_4Os(CN)_6 \cdot 3H_2O$	556,76	inc. gb.	—	desc.	—	mcl. n_β 1,607	g. sol.	sol.	ins. al., et.
cianură	KCN	65,12	inc. alb.	$1,52^{16}$	634,5; (601...621)	—	cub. delic. f. toxic	sol.	sol.	g. sol. al; sol. glic., CH_3OH
citrat	$K_3C_6H_5O_7 \cdot H_2O$	324,42	inc.	1,98	desc. 230	—	—	167/15	199,7/31	g. sol. al.; sol. glic.
citrat monobazic	$KH_2C_6H_5O_7$	230,22	alb	—	—	—	pulb. crist.	sol.	—	—
clorat	$KClO_3$	122,55	inc.	2,32	368,4	desc. 400	mcl. n 1,409 1,517; 1,521	7,1/20	57/100	0,83 al.;, sol. baze
perclorat	$KClO_4$	138,55	inc.	$2,52^{10}$	610±10 (525...30)	—	romb.	0,75/0	21,8/100	ins. al., et.
hipoclorit	KClO	90,55	—	—	desc.	—	neizolabil, numai în soluție	sol.	sol.	—
pentacloroaquorutenat (III)	$K_2Ru(H_2O)Cl_5$	374,55	roz	—	$-H_2O$, 200	—	pr.	sol.	sol.	g. sol. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
cloroaurat	$KAuCl_4$	377,88	gb.	—	desc. 357	—	mcl.	61,8/20	80,2/60	25 al.; sol. ac.
cloroaurat	$KAuCl_4 \cdot 2H_2O$	413,91	gb.	—	—	—	pl. romb.	sol.	sol.	sol. al., et.
clorocromiat (sarea lui Peligot)	$KCrO_3Cl$	174,55	rş.	2,497	desc.	—	mcl.	sol. desc.	—	sol. ac.
pentacloro-hidroxoruthenat (IV)	$K_2Ru(OH)Cl_5$	373,55	br. rş.	—	desc.	—	crist.	sol. desc.	desc.	ins. al.
cloroiodat (III)	$KICl_4$	307,82	gb.	$1,76^{45}$	desc.	—	romb.	desc.	—	desc. et.
cloroiodură	$KICl_2$	236,91	—	—	60	desc. 215	mcl.	desc.	—	—
cloroiridat	K_2IrCl_6	483,12	albst.	3,546	desc.	—	cub.	125/19	6,67	ins. al., KCl, NH_4OH
pentacloro-nitrozilruthenat (III)	$K_2Ru(NO)Cl_5$	386,55	rş. închis	—	desc.	—	romb.	12/25	80/60	ins. al.
hexacloroosmiat (IV)	K_2OsCl_6	481,12	rş.	—	desc.	—	cub.	g. sol.	sol.	ins. al.; sol HCl dil.
hexacloroosmiat (III)	$K_3OsCl_6 \cdot 3H_2O$	574,27	rş. închis	—	$-3H_2O$, 150	—	crist.	sol.	—	ins. et.; sol. al.
cloropaladat	K_2PdCl_6	397,32	rş.	2,738	desc.	—	cub.	g. sol. desc.	desc.	ins. al; g. sol. HCl

cloropaladit	K_2PdCl_4	326,42	rş. br. (gb.)	2,67	desc. 105	—	tetr. (cub.)	sol.	sol.	ins al.; sol. KCN NH_4OH,
cloroplumbiat	K_2PbCl_6	498,11	—	—	desc. 190	—	cub.	—	—	sol. HCl c.
hexaclororenat (IV)	K_2ReCl_6	477,12	gb. vd.	3,34	—	—	oct.	0,8	desc.	desc. baze; g. sol. HCl
pentaclorooxirenat (V)	K_2ReOCl_5	457,67	vd.	—	—	—	pl. hex.	desc.	desc.	ins. al., et.; sol. ac.
pentaclororodat (III)	K_2RhCl_5,	358,37	rş.	—	desc.	—	romb.	g. sol.	desc.	ins. al.
hexaclororodat (III)	$K_3RhCl_6 \cdot 3H_2O$	486,98	rş.	3,291	desc.	—	tricl.	desc.	—	g. sol. al., KCl
hexaclororutenat (IV)	K_2RuCl_6	391,99	albst.	—	desc.	—	cub.	sol. desc.	—	ins. al.
hexaclorostanat	K_2SnCl_6	409,61	inc.	2,71	—	—	cub. *n* 1,657	sol.	sol.	—
hexaclorotelurat	K_2TeCl_6	418,52	gb. desc.	—	—	—	oct.	desc.	desc.	sol. HCl
clorură (silvină)	KCl	74,56	inc.	1,984	776	subl. 1500	cub. *n* 1,490	34,7/20	56,7/100	g. sol. al.; sol. baze, et., glic.
clorosulfat de magneziu şi- (kainit)	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (sau $KMgClSO_4 \cdot 3H_2O$)	497,95	inc.	2,131	—	—	mcl.	79,56/18	—	ins. et., al.
clorură de calciu şi- (clorocalcit)	$KCl \cdot CaCl_2$	185,54	—	—	754	—	cub., n_β 1,52	sol.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clorură de cupru şi-	$KCl \cdot CuCl_2$	209,00	rş.	2,86	—	—	ace	—	—	—
clorură de fier (III) şi-(eritrosiderită)	$2KCl \cdot FeCl_3 \cdot H_2O$	329,34	rş.	2,320	—	—	or.	—	—	—
clorură de magneziu şi-(carnalit)	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	277,87	inc.	1,61	265	—	romb. delic. *n* 1,466; 1,475; 1,494	64,5/19 desc.	desc.	desc. al.
clorură de magan şi-(cloromanganokalit)	$4KCl \cdot MnCl_2$	424,06	—	2,31	—	—	trig., *n* 1,59	sol.	sol.	—
clorură de plumb şi-(docotunită)	$2KCl \cdot PbCl_2$	427,23	gb.	—	490	—	—	sol.	—	—
clorură de sodiu, fier şi-(rineit)	$3KCl \cdot NaCl \cdot FeCl_2$	408,86	—	2,3	—	—	rmbdr. *n* 1,589; 1,590	—	—	—
cobalticianură	$K_3Co(CN)_6$	332,35	gb.	1,906	desc.	—	mcl.	sol.	sol.	ins. al.
cobaltocianură	$K_4Co(CN)_6$	371,45	v.	—	—	—	ace	sol.	sol.	ins. al., et.
cobaltinitrit (sare Fischer)	$K_3Co(NO_2)_6$	452,27	gb.	—	—	—	pr.	g. sol.	g. sol.	ins. al.
cobaltinitrit	$K_3Co(NO_2)_6 \cdot H_2O$	470,29	gb.	—	—	—	pulb. crist.	ins.	sol. desc.	ins. al.; g. sol. acet.; sol. ac. min.

cobaltonitrit	$K_3Co(NO_2)_6 \cdot 1^1/_2H_2O$	479,30	gb.	—	desc. 200	—	tetr.	0,089/17	g. sol.	ins. al.
cromat (tarapacait)	K_2CrO_4	194,20	gb.	$2,732^{18}$	968,3	—	romb. $n_\beta 1,74$	62,9/20	79,2/100	ins. al.
bicromat	$K_2Cr_2O_7$	294,19	rş.	2,69	tr. 236; 398	desc. 500	mcl. sau tricl.	4,9/0	102/100	ins. al.
percromat	K_3CrO_8	297,30	br. rş.	—	desc. 170	—	cub.	g. sol.	—	ins. al., et.
cromat bazic de crom şi-	$K_2CrO_4 \cdot 2Cr(OH)CrO_4$	564,19	v. br.	$2,28^{14}$	300	—	pulb. am.	ins.	—	ins. al., acet.
cromat de magneziu şi-	$K_2CrO_4 \cdot MgCrO_4 \cdot 2H_2O$	370,53	—	2,59	—	—	tricl.	—	—	—
etilsulfat	$KC_2H_5SO_4$	164,23	alb	1,843	—	—	mcl.	sol.	—	sol. al.
1-fenol-2-sulfonat (*o*-)	$KC_6H_4(OH)SO_3 \cdot H_2O$	230,29	—	1,734	400	—	romb. n 1,527; 1,568; 1,647	sol.	—	sol. al.
1-fenol-4-sulfonat (*p*-)	$KC_6H_4(OH)SO_3$	212,27	—	1,87	>260	—	romb. n 1,571; 1,608; 1,694	—	—	—
fericianură	$K_3Fe(CN)_6$	329,26	rş.	$1,894^{17}$	desc.	—	mcl. n 1,566; 1,569; 1,583	33/4	77,5/100	ins. al.; sol. act.
fericianură de sodiu şi-	$K_2NaFe(CN)_6$	313,15	port. rş.	—	desc.	—	crist. mcl.	50/25	80/80	—
ferocianură	$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	422,41	gb.	$1,85^{17}$	$-3H_2O$ 0,70	desc.	mcl. n_β 1,577	27,8/12	90,6/96,3	ins. al., NH_3; sol. act.
fluoresceinat	$K_2C_{20}H_{10}O_5$	408,50	gb. rş.	—	—	—	pulb.	sol.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fluoroberilat	K_2BeF_4	163,21	inc.	—	red. încălzit	—	romb.	2/20	5,26/100	—
fluoroborat (avogadrit)	KBF_4	125,91	inc.	2,498	530	—	romb. sau cub.	0,44/20	6,27/100	g. sol. et.; sol. al.
hexafluorofosfat	KPF_6	184,07	—	—	~ 575	desc.		5,5/0; 9,3/25	20,6/50	—
fluorogermanat	K_2GeF_6	261,78	alb	—	730	~ 835	hex.	0,542/18	2,58/100	—
fluoromanganat (IV)	K_2MnF_6	247,13	gb.	—	desc.	—	pl. hex.	desc.	desc.	sol. HCl conc.
fluorooxiniobat	$K_2NbOF_5 \cdot H_2O$	300,12	inc.	—	—	—	pl. mcl. sau foițe	7,69	sol.	sol. HF conc. desc.
fluorosilicat (hieratit)	K_2SiF_6	220,28	inc.	hex. 3,08 cub. $2,665^{17}$	desc.	—	hex. sau cub.	0,12/17,5	0,954/100	ins. al., NH_3; sol. HCl
fluorostanat	$K_2SnF_6 \cdot H_2O$	328,90	—	3,053	—	—	pr. mcl.	3,7/18	33,3/100	ins. al., NH_3
fluorosulfonat	$KFSO_3$	138,16	—	—	311	—	pr. scurte și groase	6,9/19	—	—
fluorotantalat	K_2TaF_7	392,14	inc.	4,56; 5,24	—	—	romb.	g. sol., desc.	—	g. sol. HF
fluorotelurat, di-	$K_2TeO_3F_2 \cdot 3H_2O$	345,85	—	—	desc.	—	micr. oct. mcl.	g. sol.	g. sol.	sol. HF
fluorotitanat	$K_2TiF_6 \cdot H_2O$	258,11	inc.	—	$-H_2O$, 32; 780	desc.	foițe înguste lucioase, mcl.	0,556/0; 1,3/20	1,27/21	2 ac. min,; ins. NH_3

fluorotoriat	$K_2ThF_6 \cdot 4H_2O$	496,29	inc.	—	desc.	—	—	2,15	6,6	ins. al.; desc. ac.;
fluorozirconat	K_2ZrF_6	283,41	inc.	3,48	—	—	mcl.; *n* 1,466; 1,455	0,781/2	25/100	ins. NH_3
fluorură	KF	58,10	inc.	2,48	880	1500	cub. delic.	92,3/18	sol.	ins. al.; sol. HF, NH_3
fluorură	$KF \cdot 2H_2O$	94,13	—	2,454	41	—	pr. mcl. delic.	349,3/18	sol.	ins. al.; sol. HF
hidrofluorură	KHF_2	78,11	inc.	—	desc.	—	cub.	41/21	sol.	ins. al; sol. $KC_2H_3O_2$
ortofosfat (terțiar)	K_3PO_4	212,27	inc.	$2,564^{17}$	1340	—	romb. delic.	90/20	sol.	ins. al.
hidrogen ortofosfat (secundar)	K_2HPO_4	174,18	alb	—	desc.	—	am. delic.	167/20	sol.	sol. al.
dihidrogen ortofosfat (primar)	KH_2PO_4	136,09	inc.	2,338	252,6	—	tetr. delic. *n* 1,510; 1,4684	33/25	sol.	ins. al.
metafosfat	KPO_3	118,07	inc.	$2,393^{25}$	807	—	*n* 1,458; 1,487	ins.	sol.	—
pirofosfat	$K_4P_2O_7 \cdot 3H_2O$	384,40	inc.	2,33	$-2H_2O$, 180	$-3H_2O$, 300	delic.	sol.	sol.	ins. al.
ortofosfit (secundar)	K_2HPO_3	158,18	alb	—	desc.	—	pulb. delic.	170/20	sol.	ins. al.
ortofosfit (primar)	KH_2PO_3	120,09	alb	—	desc.	—	delic.	220/20	sol.	ins. al.

1			4	5	6	7	8	9	10	11
hipofosfit	KH_2PO_2	104,09	alb	—	desc.	—	hex. delic.	sol.	sol.	ins. et.; g. sol. al. abs., NH_3; 11,1/25 clf.
formiat	$KCHO_2$	84,12	inc.	1,91	167,5	desc.	romb. delic.	331/18	657/90	ins. et.; sol. al.
ftalat acid	$KHC_8H_4O_4$	204,23	inc.	1,636	—	—	romb.	10/25	33/100	—
metagermanat	K_2GeO_3	198,79	alb	$3,40^{21,5}$	823	—	crist.	sol.	—	sol. ac.
digermanat	$K_2Ge_2O_5$	303,38	alb	$4,31^{21,5}$	> 83	—	crist.	sol.	—	sol. ac.
tetragermanat	$K_2Ge_4O_9$	512,56	alb.	$4,12^{21,5}$	1033	—	crist.	sol.	—	sol. ac.
glicerofosfat	$K_2C_3H_7PO_6$	248,26	inc. gb. deschis	—	—	—	masă higr.	sol.	sol.	sol. al.
hidroxid (potasă caustică)	KOH	56,11	alb	2,044	360,4± 0,7	1320...4	romb. delic.	97/0; 107/15	178/100	ins. et., NH_3; sol. al.
hidrură	KH	40,11	alb	1,43...1,47	desc.	—	ace	desc.	desc.	ins. CS_2, et., bz.
borohidrură	KBH_4	53,95	alb	1,177	desc.>400	—	cub.	sol.	—	sol. izopropilamină
iodat	KIO_3	214,00	inc.	3,89	560	desc. > 100	mcl.	4,74/0	32,3/100	ins. al., NH_3; sol. KI
iodat acid	$KIO_3 \cdot HIO_3$	389,92	—	—	—	—	mcl.	1,33/15	—	—

iodat acid	$KIO_3 \cdot 2HIO_3$	565,83	inc.	—	—	—	tricl.	4/15	—	—
periodat	KIO_4	230,00	inc.	$3,618^{15}$	582	–0,300	tetr.	0,66/13	sol.	g. sol. KOH
iodoaurat	$KAuI_4$	743,69	n.	—	—	—	crist. lucioase	sol., desc.	—	sol. slţie KI dil.
iodoiridit (III)	K_3IrI_6	1070,93	vd.	—	desc.	—	crist.	sol. (ins.)	—	ins. al.
iodomercurat (II) tri-	$KHgI_3$ sau ($KI \cdot HgI_2$)	620,41	gb.	—	—	—	pr. delic.	desc.	—	sol. al., et., KI, acet.
iodomercurat (II) tetra-	K_2HgI_4 sau ($2KI \cdot HgI_2$)	786,41	gb.	—	—	—	crist. delic.	sol.	—	ins. al.
iodoplatinat (IV)	K_2PtI_6	1034,72	n.	5,176 (4,96—5,03)	—	—	rectangular	sol.	sol. desc.	ins. al.
iodură	KI	166,01	inc. sau alb	3,13	723	1420(1330)	cub. gran. n 1,677	127,5/0	208/100	14,3 al.; g. sol. et., sol. NH_3
triiodură	KI_3	419,82	albst. închis	3,498	31(45)	desc. 225	mcl. delic.	sol.	—	sol. al., KI
iodură de cadmiu	$2KI \cdot CdI_2 \cdot 2H_2O$	734,25	alb gb.	3,359	—	—	pulb. crist. delic.	137/15	—	sol. ac., al., et.
lactat	$KC_3H_5O_3 \cdot xH_2O$	—	inc. gb.	—	—	—	liq. siropos	sol.	—	ins. et.; sol. al.
laurat	$KC_{12}H_{23}O_2$	238,42	—	—	—	—	am.	—	—	4,5/15 al.
laurat acid	$KC_{12}H_{23}O_2 \cdot C_{12}H_{24}O_2$	438,74	alb	—	160	—	ceară	—	—	0,904/13,5 al.
malat	$K_2C_4H_4O_5$	210,28	inc.	—	—	—	masă vîscoasă	sol.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
malonat de cobalt și-	$K_2Co(C_3H_2O_4)_2$	341,23	—	2,234	—	—	—	—	—	—
manganat	K_2MnO_4	197,14	vd.	—	desc. 190	—	romb.	desc.	desc.	sol. KOH
permanganat	$KMnO_4$	158,04	purpuriu	2,703	desc. <240	—	romb. n_ω 1,59	2,83/0; 6,38/20	25/65	desc. al.; sol. H_2SO_4; CH_3OH, act.
metionat	$K_2CH_2(SO_3)_2$	252,36	—	2,376	—	—	mcl. n_β 1,539	sol.	—	—
metilsulfat	$2KCH_3SO_4 \cdot H_2O$	318,41	alb	—	—	—	crist.	sol.	—	sol. al.
molibdat	$K_2MoO_4 \cdot xH_2O$	—	alb	liq. $2{,}342^{964}$	919	—	pulb. delic.	184,6/25	sol.	ins. al.
miristat, acid (mixt)	$KC_{14}H_{27}O_2 \cdot C_{14}H_{28}O_2$	494,85	alb	—	153	—	~ ceară, aproape solidă	—	—	0,453/13,5 al.
naftalin-1,5-disulfonat	$K_2C_{10}H_6(SO_3)_2 \cdot 2H_2O$	400,52	—	1,797	—	—	mcl. n 1,485; 1,669; 1,697	sol.	—	—
nitrat	KNO_3	101,11	inc.	$2{,}109^{16}$	p.t. 334; tr. 129	desc. 400	romb. sau trig. n 1,335; 1,5056; 1,5064	13,3/0; 31,6/20	247/100	ins. al., et.
nitrat de argint și-	$KNO_3 \cdot AgNO_3$	270,98	—	3,219	125	—	mcl.	sol.	sol.	—

nitrit	KNO_2	85,11	inc.	1,915	387(419)	—	pr. delic.	281/0; 313/25	413/100	ins. al. 94%; g. sol. al.; sol. NH_3
nitrocobaltiat (III) de sodiu și-	$K_2NaCo(NO_2)_6 \cdot H_2O$	454,18	gb.	1,633	135	—	crist.	0,07/25	—	ins. al.
m-nitrofenoxid	$KOC_6H_4NO_2 \cdot 2H_2O$	213,24	—	$1{,}691^{20}$	$-2H_2O$, 130	desc.	ace	16,3/15	—	sol. al.
p-nitrofenoxid	$KOC_6H_4NO_2 \cdot 2H_2O$	213,24	gb.	$1{,}652^{20}$	$-2H_2O$, 130	desc.	foițe	7,5/15	—	g. sol. al.
nitroplatinit	$K_2Pt(NO_2)_4$	457,32	inc.	—	desc.	—	mcl.	3,8/15	sol.	—
nitroprusiat	$K_2[Fe(NO)(CN)_5] \cdot 2H_2O$	330,18	rș.	—	—	—	mcl. higr.	100/16	—	sol. al.
nitrură	K_3N	131,31	vd. n.	—	desc.	—	crist.	desc.	—	—
oleat	$KC_{18}H_{33}O_2$	320,56	port. gb. sau br.	—	—	—	crist. sau masă moale *n* 1,452	25	sol.	4,315/13,5 100/50 al., 3,5/35 et.
oleat acid (mixt)	$KC_{18}H_{33}O_2C_{18}H_{34}O_2$	603,03	alb	—	95	—	ceară, aproape solidă	sol.	sol.	5,2/13,5 al.
osmiat	$K_2OsO_4 \cdot 2H_2O$	368,43	v.	—	$-H_2O$, > 100	—	cub. higr.	g. sol.	sol. desc.	ins. al., et.
oxalat	$K_2C_2O_4 \cdot H_2O$	184,24	alb	$2{,}127^{39}$; 2,08	desc.	—	mcl. *n* 1,440, 1,485, 1,550	33/16	—	—
oxalat acid	KHC_2O_4	128,13	inc.	2,0	desc.	—	mcl. *n* 1,415, 1,545	2,5	16,7/100	g. sol. al.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oxalat acid	$KHC_2O_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$	137,14	—	—	desc.	—	tricl.	2,2	51,5/100	—
oxalat acid	$KHC_2O_4 \cdot H_2O$	146,15	—	2,044	—	—	romb.	—	—	—
oxalat de crom, stronțiu și-	$KSrCr(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$	550,84	vd. n.	$2,155^{18}$	—	—	—	—	—	—
tetraoxalat	$KHC_2O_4 \cdot H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$	254,19	inc.	1,836	desc.	—	tricl.	1,8/13	—	—
oxalat de fier (II) și-	$K_2[Fe(C_2O_4)_2] \cdot 2H_2O$	346,10	aurii	—	desc.	—	crist.	sol.	sol.	—
oxalat de fier (II) și-	$K[Fe(C_2O_4)_2] \cdot 2\frac{1}{2}H_2O$	316,01	br.	—	desc.	—	crist.	92/21	desc.	ins. al.
oxalat de fier (III) și-	$K_3[Fe(C_2O_4)_3]3H_2O$	491,23	vd.	—	$-3H_2O$, 100	desc. 230	mcl.	4,7/0	117,7/100	ins. al., NH_3; sol. act.
oxalat de uraniu (IV)	$K_4[U(C_2O_4)_4] \cdot 5H_2O$	836,55	gb.	2,563	—	—	mcl.	—	—	—
oxid	K_2O	94,20	inc. cșiu.	$2,32^0$	—	—	cub.	sol.	sol.	sol. al., et.
peroxid	K_2O_2	110,20	alb	—	190	—	—	—	—	—
tri (sesqui) oxid	K_2O_3	126,20	rș.	—	430	—	—	—	—	—
superoxid	KO_2	71,10	gb.	—	aprox. 400	desc.	foițe	sol., desc.	—	desc. al.

palmitat acid (mixt)	$KC_{16}H_{31}O_2 \cdot$ $\cdot C_{16}H_{32}O_2$	550,96	alb	—	138	—	grăsime solidă	—	—	0,198/13 al.
perrenat	$KReO_4$	289,30	alb	4,887	350	—	tetr. *n* 1,643	1,21/20	14/100	g. sol. al.
picrat	$KC_6H_2N_3O_7$	267,20	gb. rş. sau vd.	1,852	—	expl. 310	romb. *n* 1,527; 1,903; 1,952	0,5/15	25/100	0,184/25 al.
piperat	$KC_{12}H_9 O_4$	256,31	gb. deschis	—	—	—	pulb. crist.	g. sol.	sol.	—
hidroxoplatinat	$K_2Pt(OH)_6$	375,34	gb.	—	desc.	—	romb.	sol.	—	ins. al
tioplatinat	$K_2Pt_4S_6$	1050,95	albast.-cşiu	$6,44^{15}$	desc. arde	—	crist.	ins.	—	desc. HCl
plumbat	$K_2Pb(OH)_6$	387,44	inc.	—	—	—	romb.	desc.	desc.	sol. KOH
propilsulfat	$KC_3H_7SO_4$	178,25	alb	—	—	—	pulb. crist.	sol.	—	—
propionat	$KC_3H_5O_2 \cdot H_2O$	130,19	alb	—	$-H_2O$, 120	—	crist. higr. foiţe delic.	207/16	359	22,2/13 al. 95%
rutenat	$K_2RuO_4 \cdot H_2O$	261,29	n.	—	$-H_2O$, 200	desc. 400 vid	tetr.	sol.	desc.	desc. ac., al.
perrutenat	$KRuO_4$	204,17	n.	—	desc. 440	—	tetr.	g. sol.	sol. desc.	—
salicilat	$KC_7H_5O_3$	176,22	alb	—	—	—	pulb.	sol.	—	sol. al.
santoninat	$KC_{15}H_{19} O_4$	302,42	alb.	—	—	—	pulb. crist. delic.	sol.	—	sol. al.
seleniat	K_2SeO_4	221,16	inc.	3,066	—	—	romb. *n* 1,535; 1,539; 1,545	110,5/0	122,2/100	—
selenit	K_2SeO_3	205,16	alb	—	—	—	delic.	sol.	—	g. sol. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
selenură	K_2Se	157,16	alb, se înroşeşte la aer	$2,851^{15}$	—	—	crist.	sol. desc.	sol.	—
selenocianoplatinat	$K_2Pt(SeCN)_6$	903,16	—	$3,378^{12,5}$	desc. 80	—	romb.	—	—	—
selenocianură	KSeCN	144,08	—	2,347	desc. 100	—	ace delic.	sol.	sol.	desc. ac; sol. al.
silicat	K_2SiO_3	154,29	inc.	—	976	—	am.	sol.	sol.	ins. al.
disilicat	$K_2Si_2O_5$	214,37	—	$2,456_4^{25}$	1015±10	—	n_β 1,500	—	—	—
disilicat, acid	$KHSi_2O_5$	176,28	—	$2,417_4^{15}$	515	—	romb.	—	—	—
tetrasilicat	$K_2Si_4O_9 \cdot H_2O$	352,56	—	2,417; anh. $2,335^{25}$	desc. 400 anh. 770	—	romb. n_α 1,495; n_β 1,535	sol.	sol.	ins. al.
silicowolframat	$K_4SiW_{12}O_{40} \cdot 18H_2O$	3354,95	inc.	—	$-17H_2O$, 100	—	hex.	33,3/20	sol.	ins. et., bz.; g. sol. al.; sol. act., CH_3OH,
stanat	$K_2Sn(OH)_6$	298,94	inc.	3,197	—	—	trig.	85/10	110,5/20	ins. al., act.; g. sol. KOH
stearat	$KC_{18}H_{35}O_2$	322,58	alb	—	—	—	pulb. crist.	—	sol.	0,145/13,5 al.; ins. et., CS_2, clf.;

stearat, acid (mixt)	$KC_{18}H_{35}O_2 \cdot C_{18}H_{36}O_2$	607,07	alb	—	153	—	pulb.	sol.	sol.	0,091/ 13,5 al.
stifnat	$KC_6H_2N_3O_8 \cdot H_2O$	301,22	gb.	—	—H_2O, 120	expl.	mcl. pr.	1,54/30	—	g. sol. al
succinat	$K_2C_4H_4O_4 \cdot 3H_2O$	248,32	—	1,564	—	—	romb.	—	—	—
succinat, acid	$KHC_4H_4O_4$	156,18	—	1,767	242 desc.	—	mcl.	—	—	—
succinat, acid	$KHC_4H_4O_4 \cdot 2H_2O$	192,21	—	1,616	—	—	romb. *n* 1,417; 1,530; 1,533	sol.	—	sol. al.
succinat, acid	$KHC_4H_4O_4 \cdot C_4H_6O_4$	274,27	—	1,56	162	—	mcl.	—	—	—
sulfat (arcanit)	K_2SO_4	174,27	inc.	2,662	tr. 588; 1076	—	romb. sau hex. *n* 1,494, 1,495; 1,497	6,85/0; 12/25	24,1/100	ins. al., act., CS_2
sulfat acid (mercallit, misenit)	$KHSO_4$	136,17	inc.	2,24...2,61	210	desc.	mcl. sau romb. delic.	36,3/0	121,6/100	ins. al., act.
persulfat	$K_2S_2O_8$	270,33	inc.	2,477	desc. <100	—	tricl. *n* 1,461; 1,467; 1,566	1,75/0	5,3/20	ins. al.
pirosulfat	$K_2S_2O_7$	254,33	inc.	2,27	> 300	desc.	ace	sol.	desc.	—
sulfat de calciu, magneziu şi- (Krugit)	$K_2Ca_4Mg(SO_4)_6 \cdot 2H_2O$	875,24	cşiu	2,801	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfat de calciu magneziu şi- (polihalită)	$K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$	602,95	alb	2,775	—	—	tricl. *n* 1,548, 1,562, 1,562	—	—	—
sulfat de calciu şi- (Kaluszit, syngenit)	$K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$	328,42	—	2,60	1004	—	mcl. *n* 1,500, 1,517; 1,518	0,25	desc.	ins. al.; sol. ac.
sulfat de cobalt şi-	$K_2SO_4 \cdot CoSO_4 \cdot 6H_2O$	437,35	rş.	2,218	—	—	pr. mcl. *n* 1,481	25,5/0	108,4/49	—
sulfat de crom şi-	$KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	499,41	rş. sau vd.	1,83	89	$-12H_2O$, 400	cub. oct. *n* 1,4814	24,39/25	50	ins. al.; sol. act. dil.
sulfat de fenil şi-	$KC_6H_5SO_4$	212,27	—	—	150...60 desc.	desc.	foiţe romb.	14/15	—	g. sol. al.
sulfat de fier (II) şi-	$K_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$	434,27	vd.	2,169	—	—	pr. mcl.	—	—	—
sulfat de fier(III) şi-	$K_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$	610,19	vd. gb. desc.	2,840	—	—	mcl.	—	—	—
sulfat de fier (II) şi-	$KFe(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$	503,27	inc. sau v.	1,83	33	—	cub. oct. *n* 1,482	20/12,5	sol.	ins. al.
sulfură de fier (III) şi-	$KFeS_2$	159,08	rş.	2,563	—	—	hex.	desc.	—	—
sulfat de gadoliniu şi-	$K_2SO_4 \cdot Gd_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$	812,98	—	$3,503^{16}$	—	—	crist.	sol.	sol.	sol. K_2SO_4
sulfat de galiu şi-	$KGa(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	517,13	inc.	1,895	—	—	crist. *n* 1,46528	sol.	—	—

sulfat de magneziu şi- (langbeinit)	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	415,01	—	2,829	927	—	tetr. n 1,5329	—	—	—
sulfat de magneziu şi- (econit)	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$	366,70	inc.	$2,201^{20}$	—	—	mcl. n 1,483; 1,487; 1,490	sol.	—	—
sulfat de magneziu (picromerit, schönit)	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$	402,73	inc.	2,15	desc. 72	—	mcl. n 1,461; 1,463; 1,476	19,26/0; 25/20	59,8/75	—
sulfat de mangan şi- (manganolangbeinit)	$K_2SO_4 \cdot 2MnSO_4$	476,26	ro.z rş.	3,02	850	—	tetr. n 1,572	—	—	—
sulfat de mangan şi-	$KMn(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	502,35	v.	—	—	—	cub. (oct.)	desc.	—	—
tartrat de mercur şi-	$KHgC_4H_4O_6$	387,76	alb	—	—	—	pulb. crist.	ins.	—	ins. al.
sulfat de nichel şi-	$K_2SO_4 \cdot NiSO_4 \cdot 6H_2O$	437,37	albast.	2,124	desc.<100	—	mcl. n 1,484 1,492; 1,505	7/0	60,8/75	—
sulfat de praseodim şi-	$3K_2SO_4 \cdot Pr_2(SO_4)_3 \cdot H_2O$	1110,81	—	$3,275^{16}$	—	—	crist.	g. sol.	—	sol. HNO_3, HCl
sulfat de rodiu şi-	$KRh(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	550,31	gb.	2,23	—	—	cub.	sol.	—	—
sulfat de sodiu şi-	$3K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$	664,84	—	2,7	—	—	rombdr.	sol.	sol.	—
sulfat de uranil	$K_2SO_4 \cdot UO_2SO_4 \cdot 2H_2O$	576,39	gb.	$3,363^{19,1}$	$-2H_2O$, 120	—	mcl.	sol.	—	—

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfit	$K_2SO_3 \cdot 2H_2O$	194,30	alb gb.	—	desc.	—	mcl.	< 100	100	ins. NH_3; g. sol. al.
hidrogensulfit (bisulfit)	$KHSO_3$	120,17	inc.	—	desc. 190	—	crist.	sol.	sol.	ins. al.
pirosulfit (metabisulfit)	$K_2S_2O_5$	222,33	—	2,3	desc.	—	mcl. pl.	g. sol.	—	ins. et.; g. sol. al.
monosulfură	K_2S	110,27	gb. br.	$1,805^{14}$	840	—	—	sol.	sol.	ins. et.; sol. al., glic.
monosulfură	$K_2S \cdot 5H_2O$	200,34	inc.	—	60	$-3H_2O$, 150	romb.	sol.	sol.	ins. et.
hidrogen sulfură	KHS	72,17	gb.	2,0(1,68 ...1,70)	453	—	romb. delic.	desc.	desc.	sol. al.
disulfură	K_2S_2	142,33	rş. gb.	—	470	—	crist.	sol.	desc.	sol. al.
disulfură	$K_2S_2 \cdot 3H_2O$	196,38	gb.	—	—	—	—	sol.	sol.	sol. al.
trisulfură	K_2S_3	174,40	br. gb.	—	252	—	crist.	sol.	desc.	sol. al.
tetrasulfură	K_2S_4	206,46	rş. br.	—	145	desc. 850	crist.	sol.	—	sol. al.
tetrasulfură	$K_2S_4 \cdot 2H_2O$	242,50	gb.	—	—	—	—	sol.	sol.	g. sol. al.
pentasulfură	K_2S_5	238,52	port.	—	206	—	crist.	sol.	sol.	g. sol. al.
D-tartrat	$K_2C_4H_4O_6 \cdot 1/2\,H_2O$	235,28	inc.	1,97	—	—	mcl. n_β 1,526	150/14	278/100	g. sol. al.
D,L-tartrat	$K_2C_4H_4O_6$	226,78	ins.	1,984	—	—	mcl.	—	—	—

D-tartrat acid	$KHC_4H_4O_6$	188,18	inc.	1,956	—	—	romb.	0,37	6,1/100	ins. al., acet.; sol. ac., baze
D,L-tartrat acid	$KHC_4H_4O_6$	188,18	inc.	1,954	—	—	mcl.	0,42/25	—	ins. al.; sol. ac. min.
tartrat de amoniu și-	$KNH_4C_4H_4O_6$	205,21	alb	—	—	—	pulb. crist.	sol.	—	—
tartrat de antimoniu și-	$KSbC_4H_4O_7 \cdot {}^1/_2H_2O$	333,93	inc.	2,607	$-1/2H_2O$, 100	—	romb. *n* 1,620; 1,636; 1,638	5,26/8,7	35,7/100	6,67/25 glic.; ins. al.
tartrat de sodiu, antimoniu și-	$KNaSbC_4H_3O_7$	346,91	alb	—	—	—	solzi sau pulb.	sol.	—	—
tartrat de sodiu și- (sare Seignette)	$KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$	282,23	inc.	1,790	70...80	$-4H_2O$, 215	romb. *n* 1,492; 1,493; 1,496	26/0	66/26	g. sol. al.
ortotelurat	$K_2H_4TeO_6 \cdot 3H_2O$	359,88	inc.	—	—	—	romb. delic.	g. sol.	sol.	ins. al.; g. sol. KOH
metatelurat	K_2TeO_4	269,80	—	—	200 desc.	—	masă uleioasă	hidr.	—	—
telurit	K_2TeO_3	253,80	alb	—	460...470 desc.	—	crist. delic.	sol.	sol.	sol. K_2CO_3c., KOH
telurură	K_2Te	205,80	inc.	2,51	—	—	—	sol.	sol.	—
tioantimoniat	$2K_3SbS_4 \cdot 9H_2O$	896,76	gb.	—	—	—	crist.	sol.	—	ins. al.
tiaorseniat	K_3AsS_4	320,48	—	—	desc.	—	crist. delic.	sol.	—	ins. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tioarsenit	K_3AsS_3	288,42	—	—	desc.	—	—	sol.	—	ins. al.
tiocarbonat	K_2CS_3	186,41	gb. rş. br.	—	desc.	—	crist. delic.	sol.	sol.	ins. et.; g. sol. al.; sol. NH_3
tiocianat (rodanură)	KSCN	97,18	inc.	1,886	173,2	desc. 500		177,2/0	217/20	20,75/22 al.; 0,18/13 act.; sol. al. amilic
ditionat	$K_2S_2O_6$	238,33	inc.	2,278	desc.	—	trig. *n* 1,455; 1,515	6	66/100	ins. al.
tritionat	$K_2S_3O_6$	270,39	—	2,304	—	—	romb. *n* 1,475; 1,480; 1,487	sol.	desc.	ins. al.
tetrationat	$K_2S_4O_6$	302,46	—	2,296	—	—	mcl.	sol.	—	ins. al.
pentationat	$2K_2S_5O_6 \cdot 3H_2O$	723,09	inc.	2,112	desc.	—	romb.	50	desc.	ins. al.
tiostanat	$K_2SnS_3 \cdot 3H_2O$	347,13	br. închis	$1,847^{18}$	$-3H_2O$ 100	—	ulei	sol.	—	ins. al.
tiosulfat	$3K_2S_2O_3 \cdot H_2O$	589,01	—	2,23; anh.2,590	$-H_2O$, 180	desc.	mcl. delic.	96,1/0	312/90	ins. al.
tiosulfat	$3K_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	661,07	inc.	—	desc.	—	romb.	150,2/17,2	—	—
urat	K_2UO_4	380,23	port. gb.	—	—	—	romb.	ins.	ins.	sol. ac.

uranilacetat	$KUO_2(C_2H_3O_2)_3 \cdot$ $\cdot H_2O$	504,28	—	$2{,}396^{15}$ $\left(\frac{1}{2}\ H_2O\right)$	$-H_2O$, 275	—	tetr.	sol.	—	—
urat, acid	$KHC_5H_2N_4O_3$	206,21	alb	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	—
metavanadat	KVO_3	138,04	inc.	—	—	—	crist.	g. sol.	sol.	ins. al.; g. sol. KOH
wolframat	$K_2WO_4 \cdot 2H_2O$	362,08	inc.	3,113	tr. 388; 921	—	mcl. delic.	51,5	151,5	ins. al.; desc. ac.
metawolframat	$K_6[H_2W_{12}O_{40}] \cdot$ $\cdot 18H_2O$	3407,08	—	—	aprox. 930	—	cub.	sol.	sol.	desc. ac.
parawolframat	$K_6W_7O_{24} \cdot 6H_2O$	2013,64	—	—	desc.	—	romb.	2,15	6,6	ins. al.; desc. ac.
xantogenat	KC_2H_5OCSS	160,30	inc. gb. deschis	$1{,}558^{21,5}$	desc> 200	—	pr.	sol.	desc.	20 al.; ins. et.
D-zacharat, acid	$KHC_6H_8O_8$	248,24	—	—	—	—	ace romb.	1,1/6	sol.	—
Praseodim $Z = 59$ valență III, IV	Pr	140,907	gb. deschis	6,5	940	—	hex. sau cub.	desc.	—	sol. ac.
acetat	$Pr(C_2H_3O_2)_3 \cdot$ $\cdot 3H_2O$	372,09	vd.	—	—	—	ace	sol.	—	—
bromat	$Pr(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	686,77	vd.	—	56,5	$-7H_2O$, 100	hex.	196/25	—	—
bromură	$PrBr_3$	380,63	vd.	—	—	—	pulb. crist.	g. sol. desc.	—	—
carbonat	$Pr_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$	605,96	vd.	—	$-6H_2O$, 100	—	pl.	ins.	—	sol. ac.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
carbură	PrC_2	164,93	gb.	5,10	desc.	—	crist.	desc.	desc.	sol. ac. dil.
clorură	$PrCl_3$	247,27	albst. vd.	$4,02^{25}$	818 (769... 82)	> 1000	ace	103,9/13	∞/100	ins. et., clf.; sol. al. 2,4 py.
clorură	$PrCl_3 \cdot 7H_2O$	373,37	vd.	$2,25^{17}$	115	—	tricl.	334/13	∞/100	sol. al., HCl
hexaantipirinperclorat	$[Pr(C_{11}H_{12}N_2O)_6](ClO_4)_3$	1568,65	vd.	—	286...91 desc.	—	foițe hex.	—	—	—
molibdat	$Pr_2(MoO_4)_3$	761,63	—	4,84	1030	—	tetr.	—	—	—
nitrat	$Pr(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	435,01	vd.	—	—	—	ace	—	—	—
oxalat	$Pr_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	726,00	vd. deschis	—	—	—	crist.	ins.	—	sol. ac.; 0,098/25 H_2SO_4
bioxid	PrO_2	172,91	br. albst.	—	—	—	pulb.	—	—	—
trioxid	Pr_2O_3	329,81	gb. vd.	6,88	desc.	—	am.	0,000020/29	—	sol. ac.
2,4-pentandionat (acetilacetonat)	$Pr(C_5H_7O_2)_3$	438,24	—	—	146	—	pp. crist.	—	—	sol. CS_2
selenat	$Pr_2(SeO_4)_3$	710,69	—	$4,30^{15}$	—	—	—	36/0	3/92	—
sulfat	$Pr_2(SO_4)_3$	570,00	vd. deschis	$3,72^{16}$	—	—	pulb.	23,7/0; 17,7/20	1,02/95	—
sulfat	$Pr_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O$	660,08	—	$3,176^{16}$	—	—	pr. mcl.	—	1,85/85	—

sulfat	$Pr_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	714,12	vd.	$2,827^{18,3}$	—	—	mcl. *n* 1,540; 1,549; 1,561	17,4/20	g. sol.	—
sulfură	Pr_2S_3	378,01	br.	$5,042^{11}$	desc.	—	pulb.	ins.	desc.	sol. ac. dil.
Protactiniu $Z = 91$	Pa	231	—	—	—	—	—	—	—	—
clorură	$PaCl_5$	408,27	—	—	301	—	—	—	—	—
Radiu $Z=88$ valență II	Ra	226	alb argintiu	5	700	1140	met. radioactiv	desc. degajă H_2	—	desc. ac.
bromură	$RaBr_2$	385,82	inc. gb.	5,79	728	—	mcl.	sol.	sol.	sol. al.
bromură	$RaBr_2 \cdot 2H_2O$	421,85	—	—	$-2H_2O$, 100	—	—	—	—	—
carbonat	$RaCO_3$	286,01	alb sau slab br.	—	—	—	—	ins.	—	desc. ac.
clorură	$RaCl_2$	296,91	inc. gb.	4,91	1000	—	mcl.	sol.	sol.	sol. al.
clorură	$RaCl_2 \cdot 2H_2O$	332,94	—	—	$-2H_2O$, 100	—	—	—	—	—
iodat	$Ra(IO_3)_2$	575,81	—	—	—	—	—	0,0175/0	0,170/100	—
sulfat	$RaSO_4$	322,06	inc.	—	—	—	—	0,000002/25	0,000005/45	ins. ac.
Radon $Z=86$ valență v.7.4	Rn	222,00	inc.	9,73 g/l; liq. $4,4^{-62}$; solid 4	−71	−61,8	gaz; crist. opace	51,0 cm^3/0 22,4cm^3/25	13,0cm^3/50	—
Reniu $Z=75$ valență II, III, IV, VI, VII	Re	186,20	alb	20,53	3167±60	—	hex. met.	—	—	sol. HNO_3 conc., H_2O_2

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
triclorură	$ReCl_3$	292,56	rş. închis	—	—	> 550	hex.	sol.	sol.	sol. ac., baze
tetraclorură	$ReCl_4$	328,01	n.	—	—	500	existenţă probabilă	sol. desc.	sol. desc.	sol. HCl
pentaclorură	$ReCl_5$	363,47	vd. închis albst.	4,9	—	desc.	—	desc.	desc.	sol. HCl, baze
hexaclorură	$ReCl_6$	398,92	gb. rş.	—	—	< 40	existenţă probabilă	sol. desc.	sol. desc.	sol. HCl
hexaclororenat de dipiridil	$(C_{10}H_9N_2)_2ReCl_6$	713,31	vd. deschis	—	—	—	crist.	g. sol.	—	—
hexaclororenat de piridină	$(C_5H_5N)_2ReCl_6$	557,12	gb.	—	—	—	ace	g. sol.	—	—
hexaclororenat de piridină	$(C_5H_4N)_3HReCl_6$	634,21	vd. deschis	—	—	—	crist.	ins.	—	—
tetrafluorură	ReF_4	262,19	—	—	124,5	—	—	—	—	—
hexafluorură	ReF_6	300,19	gb. deschis	liq. 6,1573; solid 4,251	25,6	47,6	—	sol. desc.	sol. desc.	—
trimetilreniu	$Re(CH_3)_3$	231,31	inc.	—	—	60	ulei	—	—	—
oxibromură	ReO_3Br	314,11	alb	—	39,5	163	—	—	—	—
oxiclorură	ReO_3Cl	269,65	inc.	—	4,5	131	liq.	desc.	desc.	—

oxiclorură	$ReOCl_4$	344,01	—	—	29	223	—	desc.	desc.	—
oxifluorură	$ReOF_4$	278,19	inc.	liq. 5,314 solid 4,032	39,7	62,7	—	—	—	—
oxiflorură	ReO_2F_2	256,20	inc.	—	156	—	—	—	—	—
bioxid	ReO_2	218,20	n.	—	—	—	—	ins.	ins.	sol. HCl conc., H_2O_2
trioxid	ReO_3	234,20	—	6,9...7,4	—	desc. 400	—	ins.	ins.	sol. baze, H_2O_2, HNO_3
heptoxid	Re_2O_7	484,40	br. gb.	8,2	aprox. 220	450 subl.	pl. sau pulb.	sol.	sol.	sol. al., ac., baze
peroxid	Re_2O_8	500,40	alb	8,4	150	—	—	sol.	—	—
oxid	Re_2O_3	420,40	n.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins HCl; sol. HNO_3
perrenat de piridină	$(C_5H_4N_2)_2HReO_4$	343,31	inc.	—	—	—	ace	2,1	—	—
disulfură	ReS_2	250,33	n.	7,5	—	desc.	hex. sau foițe trig.	ins.	ins.	ins. al., baze; sol. HNO_3
heptasulfură	Re_2S_7	596,85	n.	$4,87^{24,5}$	—	desc.	—	ins.	ins.	sol. HNO_3, baze, H_2O_2
Rodiu $Z=45$ **valență II, III, IV**	Rh	102,905	cșiu. alb	12,4	1966±3	>2500	cub.	ins.	ins.	g. sol. ac., aq. reg.; sol. H_2SO_4 + + HClc., H_2SO_4 conc.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clorură	$RhCl_3$	209,26	br. rş.	—	desc. 450 ...500	subl. 800	pulb. delic.	ins.	ins.	ins. ac., aq. reg.
clorură	$RhCl_3 \cdot xH_2O$		rş. închis	—	desc.	—		sol.	—	ins., et; sol. al., HCl
clorură de Na şi-[hexaclororodiat (III) de Na]	$Na_3[RhCl_6]$	384,59	rş.	—	desc. > 650	—	tricl.	sol.	—	—
trifluorură	RhF_3	159,90	rş.	5,38	—	> 600 subl.	romb.	ins.	ins.	ins. ac., baze
nitrat	$Rh(NO_3)_3$	288,92	br. gb.	—	desc.	—	—	sol.	sol.	ins. al.
nitrat	$Rh(NO_3)_3 \cdot 2H_2O$	324,95	rş.	—	—	—	delic.	sol.	sol.	ins. al.
oxid	RhO	118,90	cşiu.	—	—	—	existenţă probabilă	ins.	ins.	ins. ac.
sesquioxid	Rh_2O_3	253,81	cşiu	—	desc. 1100... 1150	—	crist. sau am.	ins.	ins.	ins. ac., aq. reg., KOH
sesquioxid	$Rh_2O_3 \cdot 5H_2O$	343,88	gb.	—	desc.	—	pp.	ins.	sol.	sol. ac.
bioxid	RhO_2	134,90	br.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. ac., baze
bioxid	$RhO_2 \cdot xH_2O$	—	vd. măsliniu	—	desc.	—	—	ins.	—	sol. HCl
sulfat	$Rh_2(SO_4)_3 \cdot 4H_2O$	566,06	—	—	desc.	—	—	sol.	sol.	—
sulfat	$Rh_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$	710,18	—	—	—	—	crist.	sol.	desc.	ins. al.

sulfat	$Rh_2(SO_4)_3 \cdot 15H_2O$	764,22	gb. deschis	—	desc.	—	crist.	sol.	desc.	ins. al., et.
sulfat s. db. K_2SO_4	$RhK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	550,31	gb.	2,23	—	—	cub.	sol.	—	—
sulfit	$Rh_2(SO_3)_3 \cdot 6H_2O$	554,09	gb.		desc.	—	crist.	sol.	—	ins. al.
sulfură	RhS	134,97	cşiu. n.	—	desc.	—	crist.	ins.	ins.	ins. ac., aq. reg.
sesquisulfură	Rh_2S_3	302,00	n.	—	desc.	—	—	ins.	ins.	ins. ac., aq. reg. aq. Br.
hidrogen sulfură	$Rh(HS)_3$	202,12	n.	—	desc.	—	—	ins.	desc.	ins. Na_2S; sol. aq. reg.; aq. Br_2
Rubidiu $Z = 37$ valenţă I	Rb	85,47	argintiu alb	1,532; liq. 1,475	38,5	700	met. moale	desc.	desc.	sol. ac.; desc. al.
acetat	$RbC_2H_3O_2$	144,52	inc. sidefiu	—	246	—	foiţe	sol.	—	—
bromat	$RbBrO_3$	213,38	—	3,68	430	—	—	2,93/25	5,08/40	—
bromocloro-iodură	RbIBrCl	327,74	—	—	205	desc. 200	romb.	—	—	—
dibromoiodură	$RbIBr_2$	372,19	—	—	225	desc. 265	romb.	—	—	—
bromură	RbBr	165,38	inc.	3,35; liq. 279^{780}	682	1340	cub. n 1,5530	98/5	205,2/113,5	ins. al.; g. sol. act.
tribromură	$RbBr_3$	325,20	—	—	desc. 140	—	romb.	—	—	—
carbonat	Rb_2CO_3	230,95	inc.	—	837	desc. 740	crist. delic.	450/20	sol.	0,7 al. abs.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hidrogen-carbonat	$RbHCO_3$	146,49	—	—	desc. 175	—	romb.	sol.	—	sol. al.
clorat	$RbClO_3$	168,92	—	3,19	—	—	tricl.	5/19	62,8/100	—
perclorat	$RbClO_4$	184,92	—	2,9	fuzibil	desc.	romb.	0,5/0	18/100	ins. al.
diclorobromură	$RbBrCl_2$	236,29	—	—	desc. 110	—	romb.	—	—	—
clorodibromură	$RbBr_2Cl$	280,74	—	—	76	—	romb.	—	—	—
dicloroiodură	$RbICl_2$	283,28	—	—	180...200	desc. 265	romb.	—	—	—
clorură	RbCl	120,92	inc.	2,76; liq. $2,088^{750}$	715	1390	cub. *n* 1,493	77/0	138,9/100	0,08/25 al.; ins. al; g. sol. NH_3
cromat	Rb_2CrO_4	286,93	gb.	3,518	—	—	romb.	62/0	95,7/60	—
bicromat	$Rb_2Cr_2O_7$	386,93	—	3,02...3,13	—	—	tricl. sau mcl.	tricl. 4,96/18 mcl. 5,42/18	27,3/60 28,1/60	—
fluorogermanat	Rb_2GeF_6	357,52	alb	—	—	—	crist.	g. sol.	sol.	—
fluorosilicat	Rb_2SiF_6	313,02	—	3,332	—	—	cub. oct.	0,16/20	1,35/100	ins. al.; sol. ac.
fluorosulfonat	$RbFSO_3$	184,53	—	—	304	—	ace	—	—	—

fluorură	RbF	104,47	inc.	liq.$2,88^{820}$	760	1410	—	130,6/18	—	ins. al., et., NH_3; sol. HF dil.
hidroxid	RbOH	102,48	cşiu. alb	$3,203^{11}$	300	—	delic.	180/15	sol.	sol. al.
hidrură	RbH	86,48	inc.	2,60	desc. 300	—	ace	desc.	desc.	desc. ac.
iodat	$RbIO_3$	260,37	—	$4,33^{19,5}$	desc.	—	mcl. sau cub.	2,1/23	—	sol. HCl
metaperiodat	$RbIO_4$	276,37	—	$3,918^{16}$	—	—	tetr.	0,65/13	—	—
iodură	RbI	212,37	inc.	3,55; liq. $2,87^{825}$	642	1300	cub. *n* 1,6474	152/17	sol.	0,674/25 act.
triiodură	RbI_3	466,18	n.	4,03	190	—	romb.	sol.	—	—
iodură, compus cu SO_2	$RbI \cdot 4SO_2$	468,63	gb. lămîie	—	13,5	—	—	—	—	—
permanganat	$RbMnO_4$	204,41	—	$3,235^{10,4}$	—	—	crist.	0,5/0	4,7/60	—
nitrat	$RbNO_3$	147,47	inc.	3,11 liq. $2,395^{400}$	tr. cub. 161,4; tr. romb. 219; 310	—	hex. cub. romb. tricl. *n* 1,51; 1,52; 1,524	3,48/20	452/100	sol. HNO_3, act.
hidrogen-nitrat	$RbNO_3 \cdot HNO_3$	210,49	—	—	62	—	tetr.	—	—	—
hidrogen-nitrat	$RbNO_3 \cdot 2HNO_3$	273,50	inc.	—	45	—	ace	—	—	—
nitrat de neodim şi-	$2(?)Rb(NO_3) \cdot Nd(NO_3) \cdot 4H_2O$	697,27	rş. v.	2,56	47	$-4H_2O$, 60	pl.	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
nitrat de prasedim şi-	$2RbNO_3 \cdot$ $\cdot Pr(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	693,93	vd.	2,50	63,5	$-4H_2O$, 60	mcl. ace. higr.	—	—	—
oxid	Rb_2O	186,94	inc. gb.	3,72	desc. 400	—	cub.	sol. desc.	sol. desc.	—
bioxid	Rb_2O_2	202,94	gb.	$3{,}65^{0}$	600	—	cub.	desc. la $RbOH + H_2O_2$		—
trioxid	Rb_2O_3(sau Rb_4O_6)	218,94	n.	3,53	<500	—	cub.	sol. desc.	—	—
superoxid	RbO_2	117,47	gb.	$3{,}05^{0}$	280	—	—	desc. $RbOH + H_2O_2 + O_2$		—
selenat	Rb_2SeO_4	313,90	inc.	3,90	—	—	romb.	159/12	—	—
selenat de fier şi-	$Rb_2SeO_4 \cdot$ $\cdot FeSeO_4 \cdot 6H_2O$	620,79	albst. vd.	2,819	—	—	pr. mcl.	—	—	—
selenat de fier şi-	$RbFe(SeO_4)_2 \cdot$ $12H_2O$	643,42	—	$2{,}131^{11}$	45	—	cub. *n* 1,507	—	—	—
sulfat	Rb_2SO_4	267,00	inc.	3,613; liq. $2{,}531^{1100}$	1060; tr. 653	—	romb. hex. *n* 1,513; 1,513; 1,514	42,4/10	81,8/100	—
hidrogen-sulfat (acid)	$RbHSO_4$	182,54	—	$2{,}892^{16}$	<încălzit la rş.	—	romb.	—	—	—
sulfat de aluminiu şi-	$RbAl(SO_4)_2 \cdot$ $\cdot 12HO$	520,76	inc.	$1{,}867^{0}$	99	—	cub. oct. *n* 1,457; 1,45232; 1,46618	2,59/20	43,25/80	—
sulfat de crom şi-	$RbCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	545,77	v.	1,946	107	—	cub. *n* 1,482	—	—	—

sulfat de cupru și-	$Rb_2SO_4 \cdot CuSO_4 \cdot 6H_2O$	534,70	—	2,57	—	—	mcl. *n* 1,489; 1,491; 1,504	10,28/25	—	—
sulfat de fier și-	$Rb_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$	527,00	vd.	2,516	—	—	mcl. pr. *n* 1,4815; 1,4874; 1,4977	—	—	—
sulfat de fier și-	$RbFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	549,62	—	1,91...1,95	48...53	—	cub. *n* 1,4823	—	—	—
sulfat de galiu și-	$RbGa(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	563,50	inc.	1,962	—	—	crist. *n* 1,46579	sol.	—	—
sulfură	Rb_2S	203,00	inc.	2,912	530 desc.	—	—	sol.	sol.	—
sulfură	$Rb_2S \cdot 4H_2O$	275,07	—	—	—	—	crist. delic.	sol.	sol.	—
disulfură	Rb_2S_2	235,07	rș. închis	—	420	volat. > 850	—	—	—	—
trisulfură	Rb_2S_3	267,13	rș. gb.		213	—	—	—	—	—
pentasulfură	Rb_2S_5	331,26	rș.	$2,618^{15}$	225	—	romb. delic.	desc.	—	ins. et., clf.; sol. al. 70%
hexasulfură	Rb_2S_6	363,32	br. rș.	—	201	—	—	—	—	—
D,L-tartrat (acid)	$RbHC_4O_6$	234,55	—	2,282	desc.	—	pr.	1,18/25	11,7/100	—
Ruteniu $Z=44$ valență II, III, IV, VI, VII, VIII	Ru	101,07	n.	12,6	> 1950	—	poros	ins.	ins.	ins. al., et.; g. sol. ac., aq. reg.
	Ru	101,07	cșiu. alb	12,063	2450	> 2700	hex. met. casabil	ins.	ins.	ins. ac.; g. sol. aq. reg.; sol. baze topite

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tetracarbonil	$[Ru(CO)_4]_3$	639,34	vd.	—	—	—	ace	—	—	—
pentacarbonil	$Ru(CO)_5$	241,12	inc.	—	−22	—	liq.	—	—	—
triclorură	$RuCl_3$	207,43	br.	3,11	desc. > 500	—	crist. delic.	ins.	desc.	ins. CS_2; g. sol. al.; sol. HCl
tetraclorură	$RuCl_4 \cdot 5H_2O$	332,96	rş. br,	—	—	—	crist. higr.	sol.	—	sol. al.
pentafluorură	RuF_5	196,06	vd. închis	$2,963^{16,5}$	101	270	crist.	desc.	desc.	—
hidroxid	$Ru(OH)_3$	152,09	n.	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	ins. baze; sol. ac.
bioxid	RuO_2	133,07	albst. închis	6,97	desc.	—	tetr.	ins.	ins.	ins. ac.; sol. baze topite
bioxid	$RuO_2 \cdot xH_2O$	—	n.	—	desc.	—	—	ins.	ins.	ins. baze; sol. ac.
tetroxid	RuO_4	165,07	gb.	$3,29^{21}$	25,5	aprox. 100 desc.	romb.	2,033/20	2,249/74	sol. ac., baze, al.
sesquioxid	Ru_2O_3	250,14	albst. n.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. ac., baze
pentoxid	Ru_2O_5	282,14	n.	—	$-\frac{1}{2}$ O, 360	—	crist.	ins.	—	sol. HCl
nonoxid	Ru_4O_9	548,27	n.	—	−O, 440	—	crist.	—	—	—

siliciură	RuSi	129,16	—	$5{,}40^{4}$	—	—	met. prism.	ins.	ins.	sol. HNO_3 + +HF
sulfură (laurit)	RuS_2	165,20	cșiu. n.	6,99	—	—	cub.	ins.	ins.	ins. ac.; sol. baze topite
Samariu $Z = 62$ valență II, III	Sm (sau Sa)	150,35	cșiu. alb	7,540	1052	1600	hex.	ins.	ins.	sol. ac.
acetat	$Sm(C_2H_3O_2)_3 \cdot 3H_2O$	381,53	—	$4H_2O$, 1,94	—	—	—	15/25	—	—
benzoilacetonat	$Sm(C_{10}H_9O_2)_3 \cdot 2H_2O$	669,93	gb. pai	—	103...5	—	—	ins.	ins.	sol. solv. org.
bromat	$Sm(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	696,21	gb.	—	75	$-9H_2O$, 150	hex.	114/25	—	g. sol. al.
bromură	$SmBr_2$	310,17	br. închis	5,1	700	1880	—	desc.	—	—
bromură	$SmBr_3$	390,08	—	—	664	desc.	—	sol.	sol.	—
bromură	$SmBr_3 \cdot 6H_2O$	498,17	gb.	$2{,}971^{22}$	—	—	crist. delic.	—	—	—
carbură	SmC_2	174,37	gb.	5,86	—	—	hex.	desc.	desc.	sol. ac., desc.
clorură	$SmCl_2$	221,26	br. închis	$3{,}687^{22}$	740	> 2000	—	desc.	—	ins. al., CS_2
clorură	$SmCl_3$	256,71	gb. alb	$4{,}46^{18}$	678	desc.	—	sol.	sol.	6,4/25 py. sol. al.
clorură	$SmCl_3 \cdot 6H_2O$	364,80	vd. gb.	2,383	$-5H_2O$, 110	—	tricl. delic.	—	—	—
cromat	$Sm_2(CrO_4)_3 \cdot 8H_2O$	792,80	gb.	—	—	—	—	0,043/25	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
dimetilfosfat	$Sm[(CH_3)_2PO_4]_3$	525,47	crem	—	—	—	pr. hex.	35,2/25	10,8/95	—
florură	SmF_2	188,35	—	—	1377	>2400	—	—	—	—
fluorură	SmF_3	207,35	—	—	1397	>2300	—	ins.	ins.	—
hidroxid	$Sm(OH)_3$	201,37	gb. deschis	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. baze; sol. ac.
iodură	SmI_2	404,16	br. închis	—	527	1580	—	desc.	—	—
iodură	SmI_3	531,06	port. gb.	—	820	desc.	crist.	sol.	sol.	—
kojat	$Sm(C_6H_5O_4)_3$	573,66	gb. crem	—	275 desc.	—	—	ins.	—	—
molibdat	$Sm_2(MoO_4)_3$	780,51	v.	5,36	—	—	romb., oct.	—	—	—
nitrat	$Sm(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	444,46	gb. deschis	2,375	78...79	—	tricl.	sol.	—	—
oxalat	$Sm_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	744,88	—	—	—	—	crist.	0,000054	—	sol. H_2SO_4
oxid (samaria)	Sm_2O_3	348,70	alb gb.	7,43	2300±50	—	—	ins.	—	sol. ac.
pentadionat (acetilacetonat)	$Sm(C_5H_7O_2)_3$	447,68	—	—	146...7	—	masă crist.	ins.	—	—
sulfat	$Sm_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	733,01	gb. deschis	2,930	$-8H_2O$, 450	—	mcl. n 1,543; 1,552; 1,563	2,67/20; 4,4/25	1,99/40	—

sulfat bazic	$Sm_2O_2SO_4$	428,76	gb.	—	—	desc. 1100	pulb.	ins.	—	ins. H_2SO_4 dil.
sulfură	Sm_2S_3	396,89	gb. roz	5,729	1900	—	—	desc.	—	desc. ac. dil.
Scandiu $Z = 21$ valență III	Sc	44,956	argintiu	2,5	1200	2400		desc. cu degajare H_2	—	—
bromură	$ScBr_3$	284,68	—	3,914	subl. > 1000	—	—	—	—	—
clorură	$ScCl_3$	151,32	inc.	—	939	subl. 800...50	crist.	sol.	sol.	ins. al. abs.
hidroxid	$Sc(OH)_3$	95,98	inc.	—	—	—	am.	ins.	—	sol. ac. dil.
nitrat	$Sc(NO_3)_3$	230,97	inc.	—	150	—	—	sol.	—	—
nitrat	$Sc(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	303,03	—	—	$-4H_2O$, 100	—	pr. delic.	sol.	—	—
oxalat	$Sc_2(C_2O_4)_3 \cdot 5H_2O$	444,02	—	—	$-4H_2O$, 140	—	crist.	—	—	—
oxid (scandia)	Sc_2O_3	137,91	alb	3,86	—	—	pulb.	ins.	ins.	sol. ac. c.
pentadionat (acetilacetonat)	$Sc(C_5H_7O_2)_3$	342,29	inc.	—	187,5	subl. 210...15	pl.	ins.	—	sol. al., bz., clf.
sulfat	$Sc_2(SO_4)_3$	378,10	inc.	2,579	desc.	—	crist.	10,3/25	sol.	—
sulfat	$Sc_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O$	468,17	—	—	—	—	—	39,9/25	—	—
sulfat	$Sc_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$	486,19	—	—	$-4H_2O$, 100; $-6H_2O$, 250	—	—	sol.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Seleniu $Z = 34$ valență II, IV, VI	Se_8	631,68	rş.	4,82	tr. metalic 200	688	pulb. am.	ins.	ins.	ins. al.; sol. CS_2, H_2SO_4, bz.
	Se_8	631,68	rş. închis	—	—	—	pulb. col.	sol.	—	sol. CS_2
	Se_8	631,68	br. închis n.	4,28 ($4,14^{22}$)	nedefinit	688	sticlos	ins.	ins.	sol. H_2SO_4, HNO_3, CS_2
	Se_8	631,68	rş.	$4,46^{25}$ (4,50)	170...80	688	mcl.	ins.	ins.	sol. H_2SO_4, HNO_3, CS_2
	$Se_8 < 500$ (Se_2 pînă la 900)	631,68	cşiu met.	$4,79^{15}$	217	688	trig.	ins.	ins.	ins. CS_2; sol. H_2SO_4, HNO_3
monobromtriclorură	$SeBrCl_3$	265,23	gb. br.	—	190	—	crist.	—	—	ins. CS_2
tribrommonoclorură	$SeBr_3Cl$	354,14	port.	—	desc.	—	crist. higr.	—	—	g. sol. CS_2
monobromură	Se_2Br_2	317,74	rş. închis	$3,604^{15}$	—	227 desc.	liq.	desc.	desc.	desc. al.; sol. CS_2, clf., C_2H_5Br
tetrabromură	$SeBr_4$	398,60	port.-rş. br.	—	desc. 75	—	crist.	desc.	desc.	sol. CS_2, clf., HCl, C_2H_5Br

monoclorură	Se_2Cl_2	228,83	br.-rş.	$2,91^{17}$ $2,77^{23}$	−85	130 desc.	liq. *n* 1,596	desc.	desc.	desc. al., et.; sol. CS_2, CCl_4, clf., bz.
tetraclorură	$SeCl_4$	220,77	alb gb.	3,78... $3,85^{360}$	305; subl. 170...196	desc. 288	cub. delic. *n* 1,807	desc.	desc.	desc. ac. baze; g. sol. CS_2; sol. $POCl_3$
oxiclorură de sulf şi-	$SeSO_3Cl_4$	300,83	—	—	165	183	pr. hex.	desc.	—	—
tetrafluorură	SeF_4	154,95	inc. sau alb	—	p.t. −13,5 C − 90	> 100(93)	liq. sau crist.	desc.	desc.	—
hexafluorură	SeF_6	192,95	inc.	$3,25^{-28}$ g/l	−39; subl. −46,6	−34,5	gaz *n* 1,895	sol. desc.	—	—
hidrură (hidrogen seleniat)	SeH_2	80,98	inc.	3,614 g/l liq. $2,12^{-42}$	−64	−42	gaz	$377 cm^3/4$	$270 cm^3/22,5$	sol. CS_2, $COCl_2$
iodură	Se_2I_2	411,73	cşiu oţel	—	68...70	desc. 100	crist. existenţa probabilă	desc.	desc.	—
nitrură	Se_4N_4	371,87	port. gb. rş.	—	expl. 160...200	desc.	am. higr.	ins.	ins.	ins. al., et.; g. sol. bz., acet., CS_2
oxibromură	$SeOBr_2$	254,78	rş. gb.	liq. $3,38^{50}$	41,6	217/740 desc.	crist.	desc.	—	sol. CS_2, CCl_4, clf. bz., H_2SO_4
oxiclorură	$SeOCl_2$	165,87	inc. gb.	$2,42^{23}$	8,5(10,9)	176,4	liq.	desc.	—	sol. CS_2, CCl_4, clf. bz.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bioxid	SeO_2	110,96	alb inc.	$3,95^{15}_{15}$	340...50	subl. 315...17	mcl. tetr.	38,4/14	82,5/65	6,67/14 al.; 4,35/15,3 act. 1,11/13,9 acet., bz.
trioxid	SeO_3	126,96	gb. deschis	3,6	desc. 120	—	am. higr.	sol. desc.	sol. desc.	ins. et., bz., clf., CCl_4;sol. al., H_2SO_4 conc.
oxiflorură	$SeOF_2$	132,96	inc.	2,67	4,6	124	liq.	desc.	—	sol. al., CCl_4
selenic, acid	H_2SeO_4	144,97	inc.	$2,951^{15}$; liq. $2,608^{15}$	58 se subrăcește ușor	260 desc.	pr. hex.	sol.	sol	ins.NH_3; desc. al. și solv. org; sol. H_2SO_4
selenic, acid	$H_2SeO_4 \cdot H_2O$	162,99	inc.	$2,627^{15}$; liq. $2,356^{15}$	25...26 se subrăcește ușor	205	liq. sau ace sau pl. rect.	sol.	sol.	ins.NH_3; desc. solv. org.; sol. al.
selenic, acid	$H_2SeO_4 \cdot 4H_2O$	217,03	inc,	—	—51,7 se subrăcește ușor	172/85, $-H_2O$	liq.	∞	—	desc. solv. org.; sol. H_2SO_4
selenios, acid	H_2SeO_3	128,97	inc.	$3,004^{15}$	desc.	$-H_2O$	hex.	167/20	sol.	ins. NH_3; sol. al.
monosulfură	SeS	111,02	port. gb	$3,056^{0}$	118...9 desc.	—	tablete sau pulb.	ins.	ins.	ins. et.; sol. CS_2

disulfură	SeS_2	143,09	br. rş. gb.	—	< 100	desc.	—	ins.	—	desc. aq. reg., HNO_3; sol. $(NH_4)_2S$
oxisulfură	$SeSO_3$	159,02	vd. sau gb.	—	$-SO_3$, 40	—	pr. sau pulb.	desc.	—	ins. SO_3; sol. H_2SO_4
Siliciu $Z=14$ **valenţă IV**	Si	28,086	cşiu.	2,42	1420	2355	cub.	ins.	ins.	ins. al. HF; sol. HF + + HNO_3
siliciu amorf	Si	28,086	br.	2,06	—	2355	am.	ins.	ins.	sol. HF, KOH
siliciu grafitoid	Si	28,086	n.	aprox. 2,4	—	2355	pl.	ins.	ins.	ins. HF; sol. HF + + HNO_3
acetat	$Si(C_2H_3O_2)_4$	264,27	—	—	110, subl.	148	crist. higr.	—	desc. 160...170	desc. al.
tetrabenzil-silan	$Si(C_6H_5CH_2)_4$	392,62	—	—	—	127,5	—	ins.	—	g. sol. al.; sol. clf., et., bz.
borură	SiB_3	60,52	n.	2,52	—	—	romb.	ins.	—	g. sol. HNO_3; desc. H_2SO_4, KOH
brom-silan	SiH_3Br	111,02	—	$1,72^{-80}$; $1,533^{20}$	−94	1,9	—	—	—	—
brom-triclor-silan	$SiBrCl_3$	214,35	inc.	—	< −60	80	liq.	desc.	desc.	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
dibrom-silan	SiH_2Br_2	189,92	—	$2,17^0$	−77	66	—	—	—	—
dibrom-diclor-silan	$SiBr_2Cl_2$	258,81	inc.	—	<-60	104	liq.	desc.	desc.	—
tribrom-silan (silico-bromoform)	$SiHBr_3$	268,82	inc	$2,7^{17}$	<-60	109	liq.	desc.	desc.	desc. NH_3
tribrom-clor silan	$SiBr_3Cl$	303,27	inc.	2,434	−39	140,5	liq.	desc.	desc.	—
bromosulfură	$SiSBr_2$	219,97	inc.	—	93	150/18,3	pl.	desc.	desc.	sol. bz., CS_2
bromură (hexabrom-disilan)	Si_2Br_6	535,63	alb	—	95	240	romb.	desc.	desc.	desc. KOH; sol. CS_2
bromură (tetrabrom silan)	$SiBr_4$	347,72	inc.	2,814	5	153	liq. fumegător n $1,579^{16}$(F)	desc.	desc.	desc. H_2SO_4
carbură (carborund)	SiC	40,10	inc. sau n.	3,217	2600 (subl. desc.)	subl. > 2000 desc. 2210	hex. sau cub. n 2,654; 2,697	ins.	ins.	ins. ac.; desc. KOH topit
carbură	Si_2C	68,18	cșiu.	2,5	—	—	crist.	desc.	—	ins. al., et.; sol. HNO_3, H_2SO_4
triclor-hidrosulfură	$SiCl_3HS$	167,52	inc.	1,45	—	96...100	liq.	desc.	desc.	desc. al.

clor-silan	SiH_3Cl	66,56	—	$1{,}145^{-113}$	−118,1	−30,4	—	—	—	—
diclor-silan	SiH_2Cl_2	101,01	—	$1{,}42^{-122}$	−122	8,3	—	—	—	—
triclor-silan (silico-cloroform)	$SiHCl_3$	135,45	inc.	1,34	−134	33	liq.	desc.	desc.	sol. CS_2, CCl_4, clf. bz.
tricloriod-silan	$SiCl_3I$	261,35	inc.	—	<−60	113,5	liq.	desc.	—	—
clorosulfură	$SiSCl_2$	131,06	inc.	—	75	92/22,5	pr.	desc.	desc.	sol. CCl_4, CS_2
clorură (tetraclor-silan)	$SiCl_4$	169,90	inc.	1,483	−70	57,57	liq. fumegător *n* 1,412 (C)	desc.	desc.	desc. al.
clorură (hexaclordisilan)	Si_2Cl_6	268,89	inc.	liq. $1{,}58^{0}$	−1	139(145)	liq.	desc.	desc.	desc. al.
etil-trifenil-silan	$(C_2H_5)(C_6H_5)_3Si$	288,47	—	—	76	—	pr. romboidal	ins.	—	g. sol. al.; sol. bz., clf., et., act.
trietil-fenil-silan	$(C_2H_5)_3(C_6H_5)Si$	192,38	—	—	148	230	—	—	—	—
tetraetil-silan	$Si(C_2H_5)_4$	144,33	—	$0{,}762^{25}$	—	152,8...3,2	liq. *n* 1,4246	—	—	—
tetrafenil-silan	$Si(C_6H_5)_4$	336,51	inc.	—	—	—	am. floculent	—	—	sol. acet. anh., ac. clorsulfonic
trifluor-silan (silicofluoroform)	$SiHF_3$	86,09	inc.	$3{,}86^{0}$ g/l	aprox. −110	−80,2	gaz	desc.	desc.	desc. baze, al., et.; sol. tol.
hexafluor-disilan	Si_2F_6	170,16	—	—	−18,7	−19,1 (subl.)	gaz	desc.	desc.	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
di-*p*-aminoazobenzen-fluorosilicat	$(NH_2C_6H_4N_2C_6H_5)_2 \cdot H_2SiF_6$	538,58	br.	—	220 desc.	—	ace	—	—	0,187/25 al. 95%
fluorosilicatul acidului di-*p*-aminobenzoic	$(NH_2C_6H_4COOH)_2 \cdot H_2SiF_6$	418,37	alb	—	242	—	pr. lungi	—	—	0,91/25 al. 95%
dianilin-fluorosilicat	$(C_6H_5NH_2)_2 \cdot H_2SiF_6$	330,35	alb	—	subl. 230	—	pl. nereg.	sol.	—	sol. al.c.
dietilanilin-fluorosilicat	$(C_6H_5NHC_2H_5)_2 \cdot H_2SiF_6$	386,46	alb	—	165,3	—	pr. ascuțite	—	—	0,979/25 al. 95%
didifenilamino-fluorosilicat	$[(C_6H_5)_2NH]_2 \cdot H_2SiF_6$	482,55	alb	—	169	—	bastonașe în formă de rozetă	—	—	2,4492/25 al. 96%
fenilendiamino-fluorosilicat (*m*-)	$C_6H_4(NH_2)_2 \cdot H_2SiF_6$	252,24	br.	—	243...4	—	ace pr.	—	—	0,065/25 al. 95%
fenilendiamino-fluorosilicat (*p*-)	$C_6H_4(NH_2)_2 \cdot H_2SiF_6$	252,24	roz	—	desc.	—	pl. nereg.	—	—	0,014/25 al. 95%
dimetilanilin-fluorosilicat	$(C_6H_5NHCH_3)_2 \cdot H_2Si\,F_6$	358,41	alb	—	—	—	ace mcl.	—	—	ins. alr.; sol. alc.
di-α-naftilaminofluorosilicat	$(C_{10}H_7NH_2)_2 \cdot H_2SiF_6$	430,47	alb	—	218	—	rozete din ace	—	—	0,1504/25 al. 95%

di-β-naftil-amino-fluorosilicat	$(C_{10}H_7NH_2)_2 \cdot H_2SiF_6$	430,47	alb	—	236,3	—	pl. hex.	—	—	0,0816/25; 0,1248/35 al. 95%
di-*m*-nitroanilin-fluorosilicat	$(C_6H_4NH_2NO_2)_2 \cdot H_2SiF_6$	420,35	alb	—	200	—	pl. romb.	—	—	0,121/25; 0,4736/35 al. 95%
dinitrozodifenilamino-fluorosilicat	$[(C_6H_5)_2N{=}NO]_2 \cdot H_2SiF_6$	540,54	indigo	—	124,5	—	crist.	—	—	0,84/25 al. 95%
di-*o*-toluidin-fluorosilicat	$(C_6H_4NH_2CH_3)_2 \cdot H_2SiF_6$	358,41	alb	—	—	—	romb.	—	—	ins. alr.; sol. alc.
di-*m*-toluidin-fluorosilicat	$(C_6H_4NH_2CH_3)_2 \cdot H_2SiF_6$	358,41	alb	—	—	—	pr. rect. pl.	—	—	ins. alr.; sol. alc.
di-*p*-toluidin-fluorosilicat	$(C_6H_4NH_2CH_3)_2 \cdot H_2SiF_6$	358,41	alb	—	—	—	ace nestab. cu contur neregulat	—	—	—
o-tolidin-fluorosilicat	$(CH_3NH_2C_6H_3)_2 \cdot H_2SiF_6$	356,39	alb	—	268...9	—	pr. micr.	—	—	0,013/25; 0,041/35 al. 95%
fluorură (tetrafluorosilan)	SiF_4	104,08	inc.	4,67g/l	−77 (−91)	−65/181	gaz	desc.	desc.	sol. al. abs., et., HF
hidrură (monosilan)	SiH_4	32,12	inc.	liq. $0,68^{-185}$ 1,44 g/l	−185	−111,8	gaz	ins.	—	desc. KOH
hidrură (disilan)	Si_2H_6	62,22	inc.	liq. $0,0686^{-25}$	−132,5	−14,5	gaz	desc. ușor; g. sol.	—	sol. al., bz., CS_2
hidrură (trisilan)	Si_3H_8	92,32	inc.	0,725; $0,743^{0}$	−117,4	52,9	liq.	desc.	desc.	desc. CCl_4

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hidrură (tetrasilan)	Si_4H_{10}	122,42	inc.	$0,79^0$	−93,5	80	liq.	desc.	—	—
triiod-silan (silico-iodoform)	$SiHI_3$	409,81	rş.	3,314	8	220	liq.	desc.	desc.	sol. CS_2, bz.
iodură	SiI_4	535,70	inc.	—	120,5	290	cub.	desc.	—	2,2/27 CS_2
iodură	Si_2I_4	563,79	port. rş.	—	—	—	—	desc.	—	ins. CS_2, clf., bz.
iodură	Si_2I_6	817,60	inc.	—	250	desc.	hex.	desc.	desc.	19/19 CS_2
metil-silan	SiH_3CH_3	46,14	—	$0,62^{-57}$	−156,4	31	—	—	—	—
dimetil-silan	$SiH_2(CH_3)_2$	60,17	—	$0,68^{-80}$	−150	−20,1	—	—	—	—
tetrametil-silan	$Si(CH_3)_4$	88,23	inc.	$0,651^{15}$	—	26,5	liq.	—	—	ins. H_2SO_4 conc.; sol. et.
metilclor-silan	SiH_2ClCH_3	80,59	—	$0,935^{-80}$	−134,1	7	—	—	—	—
metildiclor-silan	$SiHCl_2CH_3$	115,03	—	$0,93^0$	−93	—	—	—	—	—
metiltrifenil-silan	$(CH_3)(C_6H_5)_3$ Si	274,44	—	—	67,3	—	—	ins.	—	g. sol. al; sol. et., bz., clf.
hexametil-disilan	$Si_2(CH_3)_6$	146,38	—	—	12,5...14	112,5	—	—	—	—

nitrură	Si_3N_4	140,28	cşiu. alb	3,44	1900 subl.	—	pulb. am.	—	—	sol. HF
oxiclorură	Si_2OCl_6	284,89	inc.	—	-33	137	liq.	desc.	desc.	desc. al.; ∞CS_2, CCl_4, clf., et.
oxid	SiO	44,09	—	2,2	<1702	1880	—	—	—	sol. baze, HF
oxid (cuarț)	SiO_2	60,08	inc.	2,653... 2,660	<1470	2230 (2590)	hex. *n* 1,544; 1,553	ins.	ins.	g. sol. baze; sol. HF
oxid (tridimită)	SiO_2	60,08	inc.	2,28... 2,33	1670	2230 (2590)	romb. *n* 1,469; 1,470;1,471	ins.	ins.	g. sol. baze; sol. HF
oxid (cristobalită)	SiO_2	60,08	inc.	2,32	1710	2230 (2590)	cub. sau tetr. *n* 1,487; 1,484	ins.	ins.	g. sol. baze; sol. HF
oxid (lechatelierită)	SiO_2	60,08	inc.	2,20	—	2230 (2590)	*n* 1,46	ins.	ins.	g. sol. baze; sol. HF
oxid (opal)	$SiO_2\ (+xH_2O)$	—	inc.	2,1...2,3	>1600	—	am. *n* 1,41... 1,46	ins.	ins.	sol. HF, baze fierbinți
sesquioxid	$(Si_2O_3)_x$	—	—	—	1635	—	am.	ins.	ins.	sol. cu desc. baze și HF
oxihidrură	$(SiHO_{3/2})_x$	—	alb	1,6	350 desc.	—	am.	ins.	ins.	sol. cu desc. baze și HF

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
silicic, acid	$(H_2SiO_3)x$ sau $(SiO_2 \cdot H_2O_x)$	—	inc.	2,1...2,3	desc. 15	—	am., existență probabilă	ins.	ins.	ins. NH_4Cl; sol. baze
silicic, acid	$H_2Si_2O_5$ sau $(2SiO_2 \cdot H_2O)$	138,18	inc.	$1,57^{14}$	desc. 150	—	Idem	g. sol.	g. sol.	ins. NH_4Cl; sol. baze
silico-benzoic, acid	C_6H_5SiOOH	138,20	inc.	—	40...50	215...16	rășină moale	—	—	g. sol. al., acet.; sol. et., bz., clf.
silicowolframic, acid	$H_4SiW_{12}O_{40} \cdot 14H_2O$	3130,51	inc.	—	$-18H_2O$, 100	—	trig.	sol.	sol.	sol. al., et.
silicowolframic, acid	$H_4SiW_{12}O_{40} \cdot 31H_2O$	3436,77	inc. gb.	—	$-6H_2O$ $\approx 28,5$; 36...53	—	tetrag.	sol.	—	sol. al.
monosulfură	SiS	60,15	gb.	$1,853^{15}$	—	subl. 940/20	ace	desc.	desc.	desc. baze, al.
sulfură	SiS_2	92,21	alb	—	subl.	incandescent	ace	desc.	—	ins. bz.; desc. al.; sol. baze dil.
tiocianat	$Si(SCN)_4$	260,41	—	—	143,8	314,2	pr. tricl. subțiri	—	—	g. sol. CS_2, clf; sol. bz.
Sodiu $Z=11$ valență I	Na	22,99	alb argintiu met.	0,97	97,5	880	cub.	desc. la $NaOH + H_2O$		ins. bz., et.; desc. al.

acetamidă	$NaNHCOCH_3$	81,05	alb	—	300...50 desc.	—	pl.	desc.	—	desc. al.; g. sol. bz., NH_3 liq.
acetat	$NaC_2H_3O_2$	82,03	alb cșiu.	1,528	324	—	pulb.	119/0	170,15/100	2,1/18 al.
acetat	$NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$	136,08	inc.	1,45	58; 78	$-3H_2O$, 120	pr. mcl. efl. n_β 1,464	76,2/0	138,8/50	2,1/18 al.; sol. et.
acetat de uranil și—	$NaUO_2(C_2H_3O_2)_3$	470,15	gb.	2,56	—	—	crist. tetr. n 1,501	—	—	—
acetat de uranil zinc și—	$NaZn(UO_2)_3(C_2H_3O_2)_9 \cdot 9H_2O$	1591,99	—	—	—	—	pl. crist. mcl. n_α 1,475; n_γ 1,480	ins.	—	—
acetilură (carbură)	Na_2C_2	70,00	alb	$1,575^{15}$	—	700	pulb.	desc.	desc.	desc. al.; sol. ac.,
hidrogenacetilură	$NaHC_2$	48,02	alb	—	desc. > 210	—	crist.	desc.	—	desc. ac.; sol. NH_3 liq.
metaaluminat	$NaAlO_2$	81,97	alb	—	1650	—	pulb. am. higr.	sol.	sol.	ins. al.
aluminosilicat (albit)	$NaAlSi_3O_8$ (sau $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)	262,23	inc.	2,61	1100	—	tric. n 1,525; 1,529; 1,536	—	—	—
amidură	$NaNH_2$	39,01	vd. măsliniu sau alb	—	210	400	—	desc.	desc.	0,1 g. NH_3 liq. desc. al. c.
anilidă	$NaNHC_6H_5$	115,11	alb	—	desc.	desc.	crist. higr.	desc.	—	desc. al., ac.; sol. NH_3 liq.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
antimoniat	$NaSb(OH)_6$	246,78	—	—	—	—	pseudocub.	0,03/12,3	0,3/100	g. sol. al.
metaantimonit	$NaSbO_2 \cdot 3H_2O$	230,78	inc.	2,864	desc.	—	romb.	desc.	—	—
antimoniură	Na_3Sb	190,72	alb	—	856	—	—	desc.	—	—
antrachinonsulfonat (2)(β)	$NaC_{14}H_7O_5S \cdot H_2O$	328,28	argintiu	—	desc.	—	foițe	0,84	27	g. sol. al.
arsanilat	$NaC_6H_7O_3NAs \cdot$ $\cdot 6H_2O$	347,13	alb	—	—	—	pulb. crist. mcl.	16/1,7	—	g. sol. al.; sol. CH_3OH
ortoarseniat	$Na_3AsO_4 \cdot 12H_2O$	424,07	inc.	1,762...1,804	86,3	—	trig. pr. hex. *n* 1,457; 1,466	38,9/15,5	—	1,67 al.
ortoarseniat	$Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$	312,01	inc.	1,88	120...130	$-H_2O$, 180	mcl. *n* 1,462; 1,466; 1,478	5,46/0	35,09/34; 100/100	g. sol. al.
ortoarseniat	$Na_2HAsO_4 \cdot 12H_2O$	402,09	inc.	1,736-59	28	$-12H_2O$, 100	mcl. efl. *n* 1,445; 1,450; 1,451	17,2/0; 56/14	140,7/30	ins. Cl_2 liq.; g. sol. al.
ortoarseniat	$NaH_2AsO_4 \cdot H_2O$	181,94	inc.	2,53...2,67	$-H_2O$, 100...130	desc. 200...80	romb. sau mcl. *n* 1,5332; 1,5535; 1,507	sol.	—	—

metaarseniat	$Na AsO_3$	145,91	—	2,301	—	—	romb. efl. n 1,479; 1,502; 1,5265	—	—	—
arsenit (metaarsenit)	$NaAsO_2$ (sau amestec cu Na_3AsO_3)	129,91	cșiu. alb	1,87	—	—	pulb.	sol.	sol.	g. sol. al.
aurocianură	$NaAu(CN)_2$	271,99	alb	—	—	—	pulb. crist.	sol.	—	—
aurură	$NaAu_2$	416,92	gb.	—	desc. 700	—	cub.	—	—	—
azidă (azotură)	NaN_3	65,01	inc.	1,846	—	desc. în vid	hex.	40,16/10; 41,7/17	—	ins. et.; 0,314/16 al.,NH_3liq.
barbital	$NaC_8H_{11}N_2O_3$	206,18	alb	—	—	—	pulb.	20/25	40/100	ins. et.; g. sol. al.
benzamidă	$NaNHCOC_6H_5$	143,12	alb	—	desc.	—	pulb.	desc.	—	desc. al.; ins. bz., et., clf.
benzensulfonat	$NaC_6H_5SO_3$	180,16	alb	—	—	—	crist.	35,8/30	sol.	—
benzoat	$NaC_7H_5O_2$	144,11	inc. sau alb	—	—	—	crist. sau am. sau pulb. granule	62,8/0; 66/20	74,2/ 100	0,81/15, 1,64/25, 8,3/78 al.
metabismutat	$NaBiO_3$	279,97	gb. br. sau gb.	—	—	—	pulb.	ins.	desc.	desc. ac.
bismutură	Na_3Bi	277,95	albast. v.	—	775	—	—	desc.	—	—
metaborat	$NaBO_2$	65,80	inc.	2,464	966	1434	pr. hex.	sol.	sol.	—
metaborat	$NaBO_2 \cdot 4H_2O$	137,86	inc.	—	57	$-H_2O$, 120	mcl.	sol.	sol.	—
tetraborat	$Na_2B_4O_7$	201,22	—	2,367	741	1575 desc.	—	1,49/0	8,79/40	ins. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tetraborat	$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$	291,30	—	1,815	120,H_2O	—	cub. sau hex. delic.	22/65 anh.	52,3/100	—
tetraborat (borax)	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	381,37	inc.	1,73	75; $-8H_2O$, 60	$-10H_2O$, 200	mcl. efl. n 1,447; 1,469; 1,472	1,3/0 1,6/10;	22/62; 14,2/55 201/100	ins. ac.; g. sol. al.; sol. glic.
perborat	$NaBO_3 \cdot H_2O$ (sau $NaBO_2 \cdot H_2O_2$)	99,81	—	—	desc. 40	—	—	g. sol.	desc.	sol. glic. baze
perborat	$NaBO_3 \cdot 4H_2O$ (sau $NaBO_2 \cdot H_2O \cdot 3H_2O$)	153,86	inc.	—	63	$-H_2O$, 130...150	mcl.	2,55/15	3,75/32	sol. ac., al., glic.
borohidrură	$NaBH_4$	37,83	—	1,074	> 400	—	—	desc.	desc.	desc. ac.
bromat	$NaBrO_3$	150,90	inc.	$3,339^{17,5}$	381	—	cub. n 1,594	27,5/0	90,9/100	ins. al.
bromură	NaBr	102,90	inc.	$3,203^{25}$	755	1390	cub.	79,5/0; 116/50	121/100	g. sol. al;
bromură	$NaBr \cdot 2H_2O$	138,93	inc.	2,176	$-2H_2O$, 51	—	pr. mcl.	79,5/0	116/50; 118,6/80,5	g. sol. al.
bromoaurat	$NaAuBr_4 \cdot 2H_2O$	575,62	br. n	—	—	—	crist.	sol.	—	—
bromoiridat	$Na_3IrBr_6 \cdot 12H_2O$	956,81	vd. măsliniu	—	100	$-H_2O$, 150	romb. efl.	—	—	sol. NH_4OH
bromoplatinat	$Na_2PtBr_6 \cdot 6H_2O$	828,62	rş. închis	3,323	desc. 150	—	tricl.	sol.	sol.	sol. al.

cacodilat	$Na[(CH_3)_2AsO_2] \cdot 3H_2O$	214,03	alb	—	aprox. 60	—	pulb. am. tox.	200/15...20 ~200/25	—	aprox. 40/25 al., 100/15., 20 al. 90%
D-camforat	$Na_2C_{10}H_{14}O_4 \cdot 3H_2O$	298,25	—	—	$-3H_2O$, 100	—	ace higr.	122/14	—	sol. al.
carbonat (sodă calcinată)	Na_2CO_3	105,99	alb	$2,509^0$	851	desc.	pulb. higr.	7,1/0	45,5/100	ins act.; g. sol. al. abs.
carbonat	$Na_2CO_3 \cdot H_2O$	124,00	inc.	2,25	$-H_2O$, 100	—	romb. delic.	33	52,08	14/25 glic.; ins. al., et.
carbonat	$Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$	232,10	—	1,51	$-H_2O$, 32	—	romb. bipir. efl.	16,90	33,9/35	—
carbonat (sodă cristalizată)	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	286,14	alb	$1,44^{16}$	32,5... 34,5	$-H_2O$, 33,5	mcl. *n* 1,405; 1,425; 1,440	21,52/0	421/104	ins. al.
carbonat	$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$	226,03	—	1,777 (2,112)	desc.	—	mcl. *n* 1,5073	13/0	42/100	—
carbonat de ceriu și-	$Na_8Ce(CO_3)_5 \cdot 12H_2O$	794,29	—	1,47	$-H_2O$, 100	desc. 200	—	desc.	desc.	sol. acet., slție Na_2CO_3
carbonat de potasiu și-	$NaKCO_3 \cdot 6H_2O$	230,19	—	1,63	$-6H_2O$, 100	—	mcl.	185/15	—	—
carbonat de uranil și-	$2Na_2CO_3 \cdot UO_2CO_3$	542,02	gb.	—	desc. 400	—	crist.	g. sol.	—	ins. al.
hidrogencarbonat (bicarbonat)	$NaHCO_3$	84,01	alb	2,159... 2,22	$-CO_2$, 270	—	pr. mcl.	6,9/0	16,4/60	g. sol. al

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
cianat	$NaOCN$	65,01	inc.	$1{,}937^{20}$	—	—	ace	sol.	sol.	ins. al., et.
cianură	$NaCN$	49,01	inc.	—	563,7	1496	cub. delic.	sol.	sol.	g. sol. al.; sol. NH_3
cuprocianură	$NaCu(CN)_2$	138,57	inc.	$1{,}013^{20}$	desc. 100	—	—	sol.	—	—
cinamat	$NaC_9H_7O_2$	170,14	alb	—	—	—	pulb. crist.	9,1	5/100	0,625 al. 90%; sol. glic.
citrat	$Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$	294,10	alb	—	$-2H_2O$, 150	—	crist. granule sau pulb.	72/25	167/100	ins. al.
citrat	$Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5H_2O$ $\left(\text{sau } 5\frac{1}{2}\right)$	348,15	alb	$1{,}857^{23,5}$	$-5H_2O$, 150	desc.	romb.	92,6/25	250/100	g. sol. al.
clorat	$NaClO_3$	106,44	inc.	$2{,}490^{15}$	248...61	desc.	cub. sau trig. *n* 1,513	79/0	230/100	sol. al., glic.
perclorat	$NaClO_4$	122,44	—	—	482 desc.	desc.	romb. delic.	sol.	sol.	sol. al.
perclorat	$NaClO_4 \cdot H_2O$	140,46	inc.	2,02	130	—	rombdr. delic.	209/15	284/50	sol. al.
hipoclorit	$NaClO$	74,44	—	—	desc.	desc.	neizolabil numai în slție.	sol.	desc.	—
hipoclorit	$NaClO \cdot 2\frac{1}{2} H_2O$	119,48	inc.	—	57,5	—	higr.	sol.	—	—
hipoclorit	$NaClO \cdot 5H_2O$	164,52	inc.	—	24,5	—	—	29,3/0	94,2/23	—

cloroaurat	$NaAuCl_4 \cdot 2H_2O$	397,80	gb.	—	desc.	—	romb.	150/10	990/60	sol. al., et.
cloroiridat (IV)	$Na_2IrCl_6 \cdot 6H_2O$	558,99	rş. n.	—	desc. 600	—	tricl.	sol.	sol.	g. sol. al.
cloroiridit (III)	$Na_3IrCl_6 \cdot 12H_2O$	690,07	vd. închis	—	$-H_2O$, 50	—	crist.	31,46/15	307,26/85	—
cloroosmiat (IV)	$Na_2OsCl_6 \cdot 2H_2O$	484,93	port. rş.	—	—	—	pr. romb.	sol.	—	sol. al.
cloropaladat (II)	$Na_2PdCl_4 \cdot 3H_2O$	348,24	br. rş.	—	—	—	crist. delic.	sol.	—	sol. al.
cloroplatinat (IV)	Na_2PtCl_6	453,79	port. gb.	—	tr. 150 ...60	—	pulb.	sol.	sol.	sol. al.
cloroplatinat (IV)	$Na_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$	561,88	gb.rş	2,50	$-6H_2O$, 100	—	tricl.	66/15	sol.	ins. et.; sol. 11,9 al aq. Cl
cloroplatinat (II)	$Na_2PtCl_4 \cdot 4H_2O$	455,12	rş.	—	100 desc.	—	pr.	sol.	—	sol. al.
hexaclororodiat (III)	Na_3RhCl_6	384,59	rş.	—	desc.> 650	—	tricl.	sol.	—	—
hexaclororodiat (III)	$Na_3RhCl_6 \cdot 18H_2O$	708,87	rş.	—	904 desc. efl.	—	oct. efl.	sol.	—	ins. al.
N-clor-*p*-toluen sulfonamida	$NaC_7H_7O_2NClS \cdot 3H_2O$	281,69	inc.	—	expl. 175...80	—	pr.	sol.	sol.	—
clorură (halit)	NaCl	58,44	inc.	2,165	801	1413	cub. *n* 1,5442	35,7/0	39,12/100	ins. HCl; g. sol. al., NH_3liq.; sol. glic.
clorură de aluminiu şi-	$NaCl \cdot AlCl_3$	191,78	alb gb.	—	185	—	pulb. crist delic.	sol.	sol.	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
cromat	Na_2CrO_4	161,97	gb.	2,710...36	—	—	romb. bipiram.	87,3/30	—	sol. CH_3OH; g. sol. al
cromat	$Na_2CrO_4 \cdot 10H_2O$	342,13	gb.	1,483	19,92	—	mcl. delic.	31,7/0 50/10	126/100	ins. acet.; g. sol. al.
bicromat	$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$	298,00	rş.	$2,52^{13}$	$-2H_2O$, 100; anh. 320	desc. 400	pr. mcl. delic. *n* 1,661; 1,699; 1,751	238/0; anh. 180/20	508/80; anh. 433/98	ins. al.
percromat	Na_3CrO_8	248,96	port.	—	desc. 115	—	pl.	g. sol.	—	ins. al., et.
enantat (oenantiat)	$NaC_7H_{13}O_2$	152,17	alb	—	240....350	—	pulb. crist. sau foiţe	sol.	—	sol. al.
etilaceto-acetat	$NaC_6H_9O_3$	152,13	—	—	desc.	—	ace	desc.	—	sol. et.
etilsodiu	NaC_2H_5	52,05	alb	—	desc.	—	crist. desc. în aer	desc.	—	desc. al., et., ins. bz.; lig.; sol. dietil zinc
etilsulfat	$NaC_2H_5SO_4 \cdot H_2O$	166,13	alb	—	—	desc.	pl. hex. delic.	164/17	—	desc. baze, H_2SO_4; sol. 142 al.
etilxantat	NaC_2H_5OCSS	144,19	gb.	—	—	—	pulb.	sol.	—	sol. al.
etoxid	$NaOC_2H_5 \cdot 2C_2H_5OH$	160,19	alb	—	$-2C_2H_5$ OH, 200	desc.	pulb. sau ace	desc.	desc.	ins. NH_3; sol. al.

ferat (III) (ferit)	$Na_2Fe_2O_4$	221,67	br.	—	—	—	pl. hex. sau ace	desc.	—	sol. HCl dil.
trifenil-boril sodiu	$NaB(C_6H_5)_3$	265,12	gb. port.	—	—	desc.	ace mătăsoase	desc.	desc.	0,08/18 et.
trifenilmetil sodiu	$NaC(C_6H_5)_3$	266,32	rş.	—	—	—	crist.	desc.	—	sol. et., bz., NH_3 liq.
fenobarbital	$NaC_{12}H_{11}N_2O_3$	254,22	alb	—	—	—	—	sol.	—	ins. et., clf.; sol. al.
1-fenol—4—sulfonat	$NaC_6H_4(OH)SO_3 \cdot 2H_2O$	232,19	inc.	—	—	desc.	mcl. sau gran. uşor efl.	23,8/25	125/100	0,71/25, 7,4/100 al., 20/25 glic.
fenoxid (fenolat)	$NaOC_6H_5$	116,10	alb	—	—	—	ace crist. delic.	sol.	—	desc. ac; sol. al., act.
fericianură	$Na_3Fe(CN)_6 \cdot H_2O$	298,94	rş.	—	—	—	delic.	18,9/0	67/100	ins. al.
ferocianură	$Na_4Fe(CN)_6 \cdot 10H_2O$	484,07	gb. deschis	1,458	—	—	mcl. n 1,519; 1,530; 1,544	31,86/20	156,5/98	ins. al.
fluoroaluminat	Na_3AlF_6	209,94	inc.	2,90	1000	—	mcl. n_β 1,364	g. sol.	—	ins. HCl; desc. baze
fluoroantimoniat	$NaSbF_6$	258,73	—	3,375	—	—	—	128,6/20	—	sol. al., act.
fluoroberilat	Na_2BeF_4	130,99	alb	—	desc.	—	romb. sau mcl.	1,47/18	2,94/100	—

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fluoroborat	$NaBF_4$	109,79	alb	$2,47^{20}$	384 ușor desc.	desc.	romb.	108/26	210/100	desc. H_2SO_4; g. sol. al.
fluoroacetat	$NaC_2H_2FO_2$	100,03	alb	—	200...202 desc. ușor aproape p.t.	—	pulb.	111/25	—	1,4/25 al., 5,25 CH_3OH, 0,04/25 act.; 0,0049/25 CCl_4
monofluorofosfat	Na_2PO_3F	143,95	inc.	—	aprox. 625	—	—	25	—	—
hexafluorofosfat	$NaPF_6 \cdot H_2O$	185,97	—	$2,369^{16}$	—	—	—	103,2/0	—	—
fluorosilicat	Na_2SiF_6	188,06	inc.	2,679	desc.	—	hex. *n*. 1,312 1,309	0,652/17	2,46/100	ins. al.
fluorosulfonat	$NaSO_3F$	122,05	—	—	desc. încălzit la rș.	—	foițe higr.	sol.	—	ins. et.; sol. al., act.
fluorură (villiomit)	NaF	41,99	inc.	2,79; $2,558^{41}$	980...97 (1040)	1700	tetr. sau cub. *n* 1,336	4,22/18	—	g. sol. al.; sol. HF
hidrogenfluorură	$NaF \cdot HF$	61,99	inc. sau alb.	—	—	—	rombdr. sau pulb. crist.	sol.	sol.	—
fluorură ortofosfat de-	$NaF \cdot Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$	422,11	—	2,2165	—	—	—	12/25	57,5/70	—
formaldehid-sulfoxilat	$NaHSO_2 \cdot CH_2O$ $2H_2O$	154,12	—	—	64	desc.	pr. romb. higr.	sol.	—	desc. ac.; sol. al., baze,

formiat	$NaCHO_2$	68,01	inc. alb	$1,92^{20}$	253	—	mcl. delic.	44/0; 97,2/20	160/100	ins. et.; sol. al.
ortofosfat	$Na_3PO_4 \cdot 10H_2O$	344,09	inc.	$2,536^{17,5}$ anh.	100	—	oct.	anh. 8,8	—	—
ortofosfat	$Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$	380,12	inc.	$1,654^{4}$; $1,62^{20}$	73,3... 76,7 desc.	$-12H_2O$, 100	trig. *n* 1,446; 1,452	1,5/0; 25,8/20	157/70	ins. CS_2
ortofosfat	$Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$	177,99	—	$2,066^{15}$	$-2H_2O$, 95	—	rombic bisfenoidal *n* 1,4629	100/50	117/80	—
ortofosfat	$Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$	268,07	—	1,6789	$-5H_2O$, 48,1	—	pr. mcl. *n* 1,4424	104/40	—	—
ortofosfat	$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	358,14	inc.	1,52	$-5H_2O$, 35,1	—	romb. sau mcl. efl. pulb. *n* 1,432; 1,436; 1,437	4,15	87,4/34	ins. al.
ortofosfat	$NaH_2PO_4 \cdot H_2O$	137,99	inc.	2,040	$-H_2O$, 100, desc. 204	$-2H_2O$, 200	romb. *n* 1,456; 1,485; 1,487	59,9/0; 110,3/20	427/100	ins. al.; g. sol. clf., et., toluen
metafosfat (sticlă)	$NaPO_3$	101,96	inc.	$2,484^{20}$	crist. 300	—	am. higr. *n* 1,485	sol.	sol.	ins.
metafosfat (sol.)	$NaPO_3$	101,96	inc.	2,476	627,6	—	*n* 1,474; 1,478; 1,480	21	sol.	ins.
metafosfat (insol.)	$NaPO_3$	101,96	inc.	—	tr. 500	—	*n* 1,498; 1,510; 1,529	ins.	ins.	ins.
hipofosfat	$Na_4P_2O_6 \cdot 10H_2O$	430,06	—	1,823	desc.	—	mcl. *n* 1,477 1,482; 1,504	1,49/25	5,46/50	—

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hipofosfat-acid	$Na_2H_2P_2O_6 \cdot 6H_2O$	314,03	inc.	1,849	250	$-6H_2O$, 100	mcl. n 1,486 1,490; 1,504	2,25	25	ins. al.; sol. H_2SO_4 dil., NH_4OH
pirofosfat	$Na_4P_2O_7$	265,90	alb	2,534	880	—	crist. n 1,425	3,16/0	40,26/100	—
pirofosfat	$Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$	446,06	inc.	1,815...36	880; $-H_2O$, 93,8	—	mcl. n 1,450; 1,453; 1,460	5,41/0	93,11/100	ins. al., NH_3
pirofosfat	$Na_2H_2P_2O_7 \cdot 6H_2O$	330,03	—	1,85	$-H_2O$, 220	—	mcl. n 1,4599; 1,4645; 1,4649	sol. desc.	desc.	—
trifosfat (tripolifosfat)	$Na_5P_3O_{10}$	367,86	—	—	—	—	pulb. şi gran.	14,5/25; 16,25/40	23,25/80. 32,5/100	—
fosfat de amoniu şi- (stercorit)	$NaNH_4HPO_4 \cdot 4H_2O$	209,07	inc.	1,554	79 desc.	—	mcl. n 1,439; 1,441; 1,469	16,7	100	ins. al.
hipofosfit	$Na_2HPO_3 \cdot 5H_2O$	216,04	alb	—	53	200...250 desc.	romb. delic. n_β 1,443	sol.	sol.	ins. al., NH_4OH
ortofosfit acid	$NaH_2PO_3 \cdot 2\frac{1}{2}H_2O$	149,02	—	—	42	$-2\frac{1}{2}H_2O$ 100	mcl. n 1,419 1,431; 1,449	56/0	193/42	—

hipofosfit	$NaH_2PO_2 \cdot H_2O$	105,99	inc.	—	desc. violent	—	mcl. delic.	100	667/100	g. sol. NH_3, NH_4OH; sol. al., glic.
fosfură	Na_3P	99,94	rş.	—	desc.	—	—	desc. degajă PH_3	—	—
ftalat	$Na_2C_8H_4O_4$	210,10	alb	—	—	—	pulb. pl.	sol.	—	—
2-furanacrilat	$NaC_7H_5O_3$	160,11	br. deschis	1,919	desc.	—	pulb.	sol.	sol.	ins. et.; g. sol. al.
metagermanat	Na_2GeO_3	166,57	alb	$3,31^{22}$	1083	—	mcl. delic. *n* 1,59	—	desc.	sol. ac.
metagermanat	$Na_2GeO_3 \cdot 7H_2O$	292,68	inc.	—	83	—	romb.	24,6/0 45,5/25	—	sol. ac.
glicerofosfat	$Na_2C_3H_7O_6P \cdot H_2O$	234,05	gb. alb	—	—	—	liq.; crist. sau pulb.	sol.	—	sol. al.
glicerofosfat	$Na_2C_3H_7O_6P \cdot 5\frac{1}{2} H_2O$	315,12	alb; inodor	—	—	desc. > 130	pl. solzi sau pulb.	sol.	—	ins. al.
D-glutamat	$NaC_5H_8NO_4$	169,11	alb	—	desc.	—	crist. nedelic.	sol.	—	—
hidroxid (hidrat de sodiu, sodă caustică)	NaOH	40,00	alb	2,130	318,4	1390	delic. *n* 1,3576	42/0	347/100	ins. act., et.; sol. al., glic.
hidrură	NaH	24,00	argintiu	1,396	800 desc.	—	ace	desc.	desc.	ins. CS_2, CCl_4, bz., NH_3; sol. metale topite

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
iodat	$NaIO_3$	197,89	alb	$4,277^{17,5}$	desc.	—	romb.	2,5/0	34/100	ins. al.; sol. acet.
periodat	$NaIO_4$	213,89	—	$3,865^{16}$	desc. 300	—	tetr.	sol.	—	sol. H_2SO_4, HNO_3, acet.
periodat	$NaIO_4 \cdot 3H_2O$	267,94	—	$3,219^{18}$	desc. 175	—	trig. efl.	8	—	—
iodoplatinat (IV)	$Na_2PtI_6 \cdot 6H_2O$	1110,59	—	2,5	—	—	trig.	sol.	—	sol. al.
iodură	NaI	149,89	inc.	3,667	651	1300	cub.	158,7/0	256/60	sol. al., glic.
iodură	$NaI \cdot 2H_2O$	185,92	—	$3,667^{0}$; $2,448^{20,8}$	752	—	mcl.	317,9/0	1550/100	sol. NH_3
lactat	$NaC_3H_5O_3$	112,06	inc. sau gb.	—	17, desc. 140	—	liq. higr.	sol.	—	ins. et.; sol. al.
manganat	$Na_2MnO_4 \cdot 10H_2O$	345,07	vd.	—	17	—	mcl.	sol.	desc.	—
permanganat	$NaMnO_4$	141,93	rş.	—	desc.	—	—	delic.	sol.	—
permanganat	$NaMnO_4 \cdot 3H_2O$	195,97	purpuriu	2,47	desc. 170	—	crist. delic.	sol.	sol.	desc. baze, sol. NH_3
metilarseniat	$Na_2CH_3AsO_3 \cdot 6H_2O$	292,03	alb	—	130...140	—	pulb. crist.	aprox. 100	—	ins. bz., et., etpet. uleiuri; g.; sol. al.
metilsulfat	$NaCH_3SO_4 \cdot H_2O$	152,10	inc.	—	—	—	crist. higr.	sol.	—	sol. al.

metoxid	$CH_3ONa \cdot 2CH_3OH$	118,11	alb	—	desc. $-CH_3OH$	—	pulb.	sol. desc.	—	sol. CH_3OH
molibdat	Na_2MoO_4	205,92	alb opac	liq. 2,59	687	—	—	sol.	84/100	—
molibdat	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	241,95	alb	3,28	687	—	rmbdr.	56,2/0	115,5/100	ins. act
piromolibdat	$Na_2Mo_2O_7$	349,86	alb	—	612	—	ace	g. sol.	g. sol.	—
trimolibdat	$Na_2Mo_3O_{10} \cdot 7H_2O$	619,91	—	—	528; $-6H_2O$ 100...120	—	ace	3,878/20	13,7/100	—
tetramolibdat	$Na_2Mo_4O_{13} \cdot 6H_2O$	745,83	gb.	—	—	—	ace; sltie	39,9/21	sol.	—
paramolibdat	$Na_6Mo_7O_{24} \cdot 22H_2O$	1589,84	inc.	—	700; $-H_2O$ 120...200	—	mcl. efl.	117,9/30	—	—
octamolibdat	$Na_2Mo_8O_{25} \cdot 17H_2O$	1519,85	—	—	$-H_2O$, 20	—	crist. mcl.	sol.	sol.	—
decamolibdat	$Na_2Mo_{10}O_{31} \cdot 21H_2O$	1879,68	alb	—	—	—	pr.	g. sol.	0,842/100	—
2-naftoxid (naftolat-2)	$NaOC_{10}H_7$	166,16	alb	—	desc.	—	pulb. higr.	sol.	—	ins. lig. sol. al; e
metaniobat	$Na_2Nb_2O_6 \cdot 7H_2O$	453,90	—	4,512...59	$-H_2O$, 100	—	pseudocub.	sol.	—	—
nitrat	$NaNO_3$	84,99	inc.	2,261	306,8	desc. 380	trig. sau rmbdr. n 1,587; 1,336	73/0	180/100	g. sol. act., g. glic.; so 0,036/2 NH_3
hiponitrit	$Na_2N_2O_2$	105,99	—	$2,466^4$; $1,728^{25}$	desc. 300	—	—	desc.	—	ins. al.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
nitrit	$NaNO_2$	69,00	inc. gb.	2,168	271	desc. 320	pr. romb. higr.	72/0; 81,5/15	163/100	0,3/20 et.; 4,4/20 CH_3OH; 3 al. abs.; sol. NH_3
p-nitrobenzen-izodiazotat	$NaC_6H_4O_3N_3 \cdot 2H_2O$	225,14	aurii	—	$-H_2O$, pe H_2SO_4	exp.	foițe sau ace	sol.	—	—
nitrocobaltiat (III) (cobaltinitrit)	$Na_3Co(NO_2)_6$	403,94	gb. br.	—	—	—	pulb.	sol. desc.	—	ins. al.; sol. acet. dil.
p-nitrofenoxid (*p*-nitrofenolat)	$NaOC_6H_4NO_2 \cdot 4H_2O$	233,15	gb.	—	$-2H_2O$, 36 $-4H_2O$, 120	desc.	pr. mcl.	5,97/25	—	g. sol. al.
nitroplatinit	$Na_2Pt(NO_2)_4$	425,09	gb. deschis	—	$-H_2O$, 100	—	pr. romb. sau mcl. efl.	sol.	sol.	—
nitroprusiat	$Na_2[Fe(NO)(CN)_5] \cdot 2H_2O$	297,95	rș.	1,72	—	—	romb.	40/16	—	sol. al.
nitrură	Na_3N	82,98	cșiu închis	—	desc. 300	—	—	desc.	—	—
oleat	$NaC_{18}H_{33}O_2$	304,45	alb sau gb.	—	232...5	—	crist. sau gran. am.	10/12	—	g. sol. et.; 10/32 al.
oxalat	$Na_2C_2O_4$	133,99	inc. alb	2,34	—	—	crist. pulb.	3,7/20	6,33/100	—

hidrogen-oxalat (acid)	$NaHC_2O_4 \cdot H_2O$	130,02	alb	—	—	—	mcl.	1,7/15	21/100	—
oxalatoferat (III)	$Na_2[Fe(C_2O_4)_3] \cdot \cdot x H_2O$	—	vd.	$1,973^{17,5}$	$-4H_2O$, 100	$-10H_2O$, 200	mcl.	32,5	182/100	—
oxid	Na_2O	61,98	alb cșiu	2,27	—	1275 subl.	delic.	desc.	desc.	desc. al.
peroxid	Na_2O_2	77,98	gb. alb	2,805	460 desc.	desc. 657	pulb.	sol.	desc.	ins. baze, desc. al. NH_3; sol. ac. dil.
peroxid	$Na_2O_2 \cdot 8H_2O$	222,10	—	—	desc. 30	desc.	hex.	sol.	desc.	ins. al.
palmitat	$NaC_{16}H_{31}O_2$	278,41	—	—	270	—	crist.	—	—	—
pentobarbital	$NaC_{11}H_{17}N_2O_3$	248,26	—	—	—	—	—	sol.	sol. desc.	sol. al.
picrat	$NaC_6H_2O_7N_3 \cdot H_2O$	269,10	—	—	$-H_2O$, 150	expl. 310	ace	5,58/30	—	g. sol. al.
platinat (hexahidroxo)	$Na_2Pt(OH)_6$	343,11	rș. br. gb.	—	$-3H_2O$, 150...70	desc.	hex.	sol.	—	ins. al.; g. sol. HCl
plumbat	$Na_2Pb(OH)_6$	355,21	gb. deschis alb	—	—	—	grămezi higr. topite	desc. la PbO_2	—	desc. ac. hidr. al,; sol. baze
propionat	$NaC_3H_5O_2$	96,06	alb	—	—	—	pulb. gran.	sol.	—	sol. al.
pirohiporenat	$Na_4Re_2O_7 \cdot H_2O$	594,01	gb.	—	—	—	crist.	0,004	—	—
perrenat	$NaReO_4$	273,19	inc.	—	300 în O_2	—	pl. hex.	25/20	—	sol. al.
perrutenat	$NaRuO_4 \cdot H_2O$	206,07	n.	—	desc. 440 vid	—	crist.	sol.	desc.	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
salicilat	$NaC_7H_5O_3$	160,11	alb	—	—	—	pulb. crist.	111/15	125/25	17/15 al.; 25 glic.
seleniat	Na_2SeO_4	188,94	inc.	3,098	—	—	romb.	84/35	72,8/100	—
seleniat	$Na_2SeO_4 \cdot 10H_2O$	369,09	inc.	1,603... 1,620	aprox. 32 transparent	—	mcl.	43,5/20	78,7/30	—
selenit	$Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$	263,01	alb	—	—	—	crist. tetrag	sol.	sol.	ins. al.
selenură	Na_2Se	124,94	alb rş.	$2{,}625^{10}$	> 875	—	crist. delic.	desc.	—	ins. NH_3
silicat	Na_4SiO_4	184,04	inc.	—	1018	—	hex. n 1,530	sol.	sol.	—
disilicat	$Na_2Si_2O_5$	182,15	—	—	874	—	romb. n 1,500; 1,510; 1,515	sol.	sol.	—
metasilicat	Na_2SiO_3	122,06	inc.	2,4	1088	—	mcl. n_α 1,518; n_γ 1,527	sol.	sol. desc.	ins. al., săruri de Na și K
metasilicat	$Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$	284,20	—	—	40...48	$-6H_2O$, 100	bipiram. romb. efl.	sol.	sol.	ins. al., ac.; sol. 29/18 NaOH N/2
silicat (sticlă)	$Na_2O \cdot xSiO_2$ ($x = 2-5$)	—	inc.	—	—	—	am. delic.	sol.	sol.	ins. al. săruri de Na și K
silicowolframat	$Na_4SiW_{12}O_{40} \cdot 20H_2O$	3326,53	inc.	—	$-7H_2O$, 100	desc.	tricl.	sol.	sol.	g. sol. al.; sol. ac.
stanat	$Na_2Sn(OH)_6$	266,71	inc., alb	—	$-3H_2O$, 140	—	hex., trig. pulb. sau grămezi	61,3/15,5	50/100	ins. al., act.

stearat	$NaC_{18}H_{35}O_2$	306,47	alb	—	—	—	pulb. miros de grăsimi	sol.	sol.	sol. alc.
succinat	$Na_2C_4H_4O_4 \cdot 6H_2O$	270,15	alb	—	—	—	gran. sau pulb.	21,45/0	86,63/75	g. sol. al.
tetrahidroxisuccinat (dihidroxitartrat)	$Na_2C_4H_4O_8 \cdot 3H_2O$	280,10	alb	—	desc.	—	pp.	0,032/0	desc.	ins. al., et., desc. ac. min.
sulfanilat	$NaC_6H_4(NH_2)SO_3 \cdot 2H_2O$	231,20	alb	—	—	—	crist. foițe	sol.	—	—
sulfat (thenardit)	Na_2SO_4	142,04	—	2,698	884; tr. mcl. 100	—	romb. *n* 1,464; 1,474; 1,485	4,76/0	42,7/100	ins. al; sol. glic.
sulfat	Na_2SO_4	142,04	inc.	—	884; tr. hex. 500	—	mcl.	48,8/40	42,5/100	desc. HI
sulfat	Na_2SO_4	142,04	inc.	—	884	—	hex (>500)	sol.	sol.	—
sulfat	$Na_2SO_4 \cdot 7H_2O$	268,15	alb	—	tr. la anh. 24,4	—	romb. sau tetr.	19,5/0	44/20	ins. al.
sulfat (sarea lui Glauber, mirabilit)	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	322,19	inc.	1,464	desc. 32	—	mcl. efl. *n* 1,394; 1,396; 1,398	11/0	92,7/30	ins. al.
hidrogensulfat (acid, bisulfat)	$NaHSO_4$	120,06	inc.	$2{,}435^{13}$ 2,742	>315 desc. 240...50	desc. la $Na_2S_2O_4$	tricl.	28,6/25	100/100	ins. NH_3; g. sol. al., desc. al.
hidrogen sulfat (acid)	$NaHSO_4 \cdot H_2O$	138,07	inc.	—	58,54± 0,05	—	mcl. delic.	aprox. 67 desc.	sol. desc.	ins. al.
persulfat	$Na_2S_2O_8$	238,10	alb	—	—	—	pulb. crist.	sol. desc.	—	ins. al.
pirosulfat	$Na_2S_2O_7$	222,10	alb	$2{,}658^{25}$	400,9	desc. 460	crist. translucide delic.	sol.	—	sol. H_2SO_4 fumans

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfat de aluminiu şi-	$NaAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	458,28	inc.	1,675	61	—	cub. oct. n 1,4388	anh. 110/15	anh. 146,3/30 desc. >30	ins. al.; sol. ac. dil.
sulfat de calciu şi-	$Na_2Ca(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$	314,21	—	2,64	$-2H_2O$, 80	—	ace mcl.	desc.	desc.	—
sulfat de magneziu şi- (bloedit)	$Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$	334,48	inc.	2,23	—	—	mcl. *n* 1,486; 1,488 1,489	sol.	—	—
hidrosulfit (ditionit)	$Na_2S_2O_4 \cdot 2H_2O$	210,14	inc. sau gb. alb	—	desc. 52	—	or. mcl. sau pulb.	25,4/20	desc.	ins. al; desc. ac.; sol. baze
sulfit	Na_2SO_3	126,04	alb	$2{,}633^{15,4}$	—	desc.	pr. hex. sau pulb.	12,54/0	28,3/80	ins. Cl_2 liq., NH_3; g. sol. al.
sulfit	$Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$	252,15	inc.	1,561; $1{,}539^{15}$	$-7H_2O$, 150	desc.	mcl. efl.	32,8/0	196/40	g. sol.al.
hidrogen-sulfit (acid, bisulfit)	$NaHSO_3$	104,06	alb gb. în slţie	1,48	desc.	—	mcl.	sol.	sol.	g. sol. al.
pirosulfit (metabisulfit)	$Na_2S_2O_5$	190,10	inc. alb	1,48	desc. >150	—	pr.	54/20	81,7/100	ins. al.
o-sulfobenzoimid-sodiu	$NaC_7H_4O_3NS \cdot 2H_2O$	241,20	alb	—	$-H_2O$	—	pl.	sol.	—	g. sol. alc.
sulfură	Na_2S	78,94	gb. roz sau alb	$1{,}856^{14}$	1180	—	am. delic.	15,4/10	57,2/90	ins. et.; g. sol. al. desc. ac.

sulfură	$Na_2S \cdot 9H_2O$	240,18	inc.	2,471	920 desc.	—	tetr. delic.	47,5/10	96,7/50	desc. ac; g. sol. al.
hidrogen-sulfură	$NaHS$	56,06	inc. sau alb	—	350	—	romb. sau crist. gran.	sol.	—	sol. al.
hidrogen-sulfură	$NaHS \cdot 2H_2O$	92,09	inc.	—	desc.	—	ace delic.	sol.	sol.	desc. ac.; sol. al.
hihrogen-sulfură	$NaHS \cdot 3H_2O$	110,11	inc.	—	22	desc.	crist. romb.	sol.	sol.	sol. al.
tetrasulfură	Na_2S_4	174,24	gb.	—	275	desc.	crist. cub. higr.	sol.	—	sol. al.
pentasulfură	Na_2S_5	206,30	gb.	—	251,8	—	existență probabilă	sol.	sol.	sol. al.
sulfură de aur și-	$NaAuS \cdot 4H_2O$	324,08	inc.	—	desc.	—	mcl.	sol.	—	sol. al.
D(L)-tartat	$Na_2C_4H_4O_6 \cdot 2H_2O$	230,08	inc.	1,818	—	—	romb.	29/6	66/43	ins. al.
D-tartrat, acid	$NaHC_4H_4O_6 \cdot H_2O$	190,09	alb	—	$-H_2O$, 100	desc. 234	pulb. crist., romb.	6,7/18	9,2/30	—
DL-tartrat acid	$NaHC_4H_4O_6 \cdot H_2O$	190,09	—	—	$-H_2O$, 100	desc. 219	mcl. sau tricl.	8,9/19	—	ins. al.
tartrat de magneziu și-	$Na_2Mg(C_4H_4O_6)_2 \cdot 10H_2O$	546,59	alb	—	—	—	pulb. sau pr. mcl.	sol.	sol.	—
tetrahidrogen ortotelurat	$Na_2H_4TeO_6$	273,61	—	—	desc.	desc.	pl. hex.	0,77/18	2/100	ins. slție. NaOH; sol. HNO_3 dil. c.
telurit	Na_2TeO_3	221,58	alb	—	—	—	pr. romb	g. sol.	sol.	—
tioantimoniat (sarea lui Schlippe)	$Na_3SbS_4 \cdot 9H_2O$	481,11	gb. deschis	1,839	desc.	—	cub.	20,15/0 33;	100	ins. al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tioarseniat	$Na_3AsS_4 \cdot 8H_2O$	416,27	gb.	—	desc.	—	mcl. n_β 1,6802	sol.	desc.	ins. al.
tiocarbonat	$Na_2CS_3 \cdot H_2O$	172,20	gb.	—	desc.	—	ace delic.	sol.	desc.	ins. bz., et.; sol. al.
tiocianat (rodanură)	NaSCN	81,07	inc.	—	287	—	romb. delic. tox.	139,3/ 21,3	sol.	sol. al.
ditionat	$Na_2S_2O_6 \cdot 2H_2O$	242,13	inc.	2,189	$-H_2O$, 110; $-SO_2$, 267	—	romb. n 1,482; 1,495; 1,519	6,05/0 47,6/16	90,9/100	ins. al.; HCl
tiosulfat	$Na_2S_2O_3$	158,11	—	1,667	—	—	mcl.	50	231/100	—
tiosulfat (hiposulfit)	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	248,18	inc	$1{,}729^{17}$ (1,685)	45...50; desc. 480	—	mcl. efl. n 1,489; 1,508; 1,536	79,4/0	291,1/45; 301,5/60	ins. al.; sol. NH_3
tiosulfato-aurat (I)	$Na_3[Au(S_2O_3)_2] \cdot 2H_2O$	526,22	alb	—	—	—	crist. fără miros	50	—	ins. al.
trititanat	$Na_2Ti_3O_7$	301,68	alb	3,35...3,50	—	—	ace	ins.	—	ins. HClc.
metauranat	Na_2UO_4	348,01	gb. sau rş.	—	—	—	pl. sau pr. romb. sau pulb.	ins.	ins.	sol. ac. dil., baze
urat	$Na_2C_5H_2N_4O_3 \cdot H_2O$	230,09	alb	—	—	—	crist. pulb. gran.	—	1,3/100	g. sol. al. 90%
hidrogenurat	$NaHC_5H_2N_4O_3$	190,09	alb	—	—	—	pulb. gran.	0,083	0,8/100	—

valerat	$NaC_5H_9O_2$	124,12	inc. sau alb	—	140	—	crist. sau masă delic.	sol.	—	sol. al.
ortovanadat	Na_3VO_4	183,91	inc.	—	850...66	—	pr. hex.	sol.	sol.	—
ortovanadat	$Na_3VO_4 \cdot 10H_2O$	364,06	alb	—	—	—	crist. cub. sau hex. n 1,5305 n_ω1,5398; n_ε1,5475	sol.	sol.	—
ortovanadat	$Na_3VO_4 \cdot 16H_2O$	472,15	inc.	—	866 (anh)	—	ace crist.	sol.	desc.	ins. al.
metavanadat	$NaVO_3$	121,93	inc.	—	630	—	pr. mcl.	21,1/25	38,7/75	—
pirovanadat	$Na_4V_2O_7$	305,84	—	—	632...54	—	hex.	sol.	sol.	ins. al.
wolframat	Na_2WO_4	293,83	alb	4,179	698	—	romb.	—	—	—
wolframat	$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$	329,86	inc.	3,23...3,25	$-2H_2O$, 100, anh. 698	—	pl. romb.	41/0; 82,5/20	123,5/ /100	ins. ac., al.; g. sol. NH_3
parawolframat	$Na_6W_7O_{24} \cdot 16H_2O$	2097,12	inc.	3,987	$-12H_2O$, 100 $-16H_2O$ 300	—	tricl.	8	desc.	—
Staniu $Z=50$ valență II, IV	Sn(α) cșiu.	118,69	cșiu.	5,75	231,89 stab, <18	2260	cub.	ins.	ins.	sol. HCl, H_2SO_4, HNO_3dil., aq. reg., KOHc., NaOH.
staniu	Sn(γ) casant	118,69	alb	6,52...6,56	231,9 stab >161	2270	romb.	ins.	ins.	sol. HCl, H_2SO_4 HNO_3 dil., aq. reg., KOHc., NaOH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
staniu	Sn(β) ordinar	118,69	alb	7,28	231,9 stab. 18...170	2270	tetr. met.	ins.	ins.	sol. HCl, H_2SO_4, HNO_3 dil., aq. reg., KOHc., NaOH
acetat	$Sn(C_2H_3O_2)_2$	236,78	gb.	—	182	240	pulb.	desc.	—	sol. HCl dil.
acetat de benzil staniu	$(C_6H_5CH_2)_2Sn(OCOCH_3)_2$	419,05	inc.	—	136...7	—	ace (al.)	—	—	sol. act., clf., bz.
tetra-D,L-amil staniu	$Sn(C_5H_{11})_4$	403,26	—	1,0222	—	174/10	*n* 1,4730	—	—	—
tetra-*n*-amil staniu	$Sn(C_5H_{11})_4$	403,26	inc.	1,0206	—	181/10	liq. stab. *n* 1,4720	—	—	—
tetraizoamil staniu	$Sn(C_5H_{11})_4$	403,26	—	$1,035^{19,6}$	—	188/24	liq.	—	—	—
tetra-*n*-amil-tioortostanat (*n*)	$Sn(SC_5H_{11})_4$	531,52	—	—	—	162/0,004	—	—	—	—
tetra-*tert*-amiltioortostanat	$[CH_3CH_2C(CH_3)_2S]_4Sn$	531,52	—	—	44	—	—	—	—	—
piroarseniat	$Sn_2As_2O_7$	499,22	—	—	desc. $As_2O_3 + SnO_2$	—	pp. floculos	ins.	ins.	ins. acet. conc.
dibenzildietil staniu	$(C_6H_5 \cdot CH_2)_2Sn(C_2H_5)_2$	359,07 362,11	—	> 1	< 20	223...4/20	liq.	—	—	sol. solv. org.

dibenziletil-propil staniu	$(C_6H_5 \cdot CH_2)_2(C_2H_5)(C_3H_7)Sn$	373,11	—	—	>0	220...5/15	liq.	—	—	miscibil cu toţi solv. org.
tribenziletil staniu	$(C_6H_5CH_2)_3(C_2H_5)Sn$	421,15	inc.	—	31...2	—	pl. (al., pet)	—	—	g. sol. al.; sol. et., bz., clf.
tetrabenzil staniu	$Sn(C_6H_5CH_2)_4$	483,19	inc.	—	42...3	—	pr. (et)	ins.	ins.	g. sol. et.; sol. solv. org. obişnuiţi
dibromdietil-dipiridin staniu	$(C_2H_5)_2SnBr_2 \cdot (C_5H_5N)_2$	494,84	—	—	140	—	—	—	—	—
tetra-*p*-brom-benzen tio-ortostanat	$Sn(SC_6H_4Br)_4$	870,98	—	—	217	—	—	—	—	—
bromoclorură	$SnBr_3Cl$	393,87	—	$3,12^{13}$	1	73/30	liq.	—	—	—
bromoclorură	$SnBr_2Cl_2$	349,41	—	$2,82^{13}$	-20	65/30; desc. 191	—	desc./6	desc.	—
bromoclorură	$SnBrCl_3$	304,96	inc.	$2,51^{13}$	-1	50/30	liq.	—	—	—
bromoiodură	$SnBr_2I_2$	532,32	port. rş	$3,631^{15}$	desc. 50	—	pl. hex.	sol.	desc. <80	—
bromostanat de amoniu (s. db. $SnBr_4 + NH_4Br$)	$(NH_4)_2[SnBr_6]$	634,22	inc.	3,50	desc.	—	cub.	sol.	—	—
hexabromo-stanat de tetraaquo di-pentadionat staniu	$[(C_5H_7O_2)_2Sn(OH_2)_4]SnBr_6$	987,12	inc.	—	105...7	—	pl. pr.	—	—	sol. bz.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bromură	$SnBr_2$	278,51	gb. deschis	$5,117^{17}$	215,5	620	romb.	85,2/0	222,5/100	—
bromură	$SnBr_4$	438,33	inc.	liq. $3,340^{35}$	31	202/734	piram. romb. delic.	sol. desc.	desc.	sol. act., $AsBr_3$ PCl_3
bromură de diizoamil staniu	$(C_5H_{11})_2SnBr_2$	420,79	—	—	−25 la −24	—	—	—	—	—
bromură de tri-*n*-amil staniu	$(C_5H_{11})_3SnBr$	412,03	—	1,2678	—	—	*n* 1,4963	—	—	—
bromură de triizoamil staniu	$(C_5H_{11})_3SnBr$	412,03	—	$1,2613^{20,7}$	21	177/15	—	—	—	—
bromură de dibenzoil-acetonat staniu	$(C_{10}H_{16}O_2)_2SnBr_2$	614,98	gb. deschis	—	—	213...4	pulb.	—	—	g. sol. solv. org.
bromură de bis-dibenzoil-metan staniu	$(C_{15}H_{10}O_2)_2SnBr_2$	723,00	gb.	—	—	276...8	crist.	ins.	—	g. sol. solv. org
bromură de butil staniu	$(C_4H_9)_2SnBr_2$	392,74	—	—	20	—	ace înguste	—	—	—
bromură de benzil staniu	$(C_6H_5 \cdot CH_2)_2SnBr_2$	460,78	inc.	—	130	—	ace(pet.)	—	—	sol. act., al., et., clf., CCl_4
bromură de tri-*n*-butil staniu	$(C_4H_9)_3SnBr$	369,95	—	1,3365	—	—	*n* 1,500	—	—	—

bromură de triizobutil staniu	$(C_4H_9)_3SnBr$	369,95	—	1,3523	−26,5	148/13	—	—	—	—
bromură de etildiizoamil staniu	$(C_2H_5)(C_5H_{11})_2SnBr$	369,95	—	1,3650	—	154...5/16	—	—	—	—
bromură de etil-diizobutil staniu	$(C_2H_5)(C_4H_9)_2SnBr$	341,89	—	$1,4089^{19,5}$	—	150,6/13	—	—	—	—
bromură de dietilizoamil staniu	$(C_2H_5)_2(C_5H_{11})SnBr$	327,87	—	$1,4881^{17}$	—	137,5/17	—	—	—	—
bromură de dietilizobutil staniu	$(C_2H_5)_2(C_4H_9)SnBr$	313,84	—	1,5108	—	122/17	—	—	—	—
bromură de dietil-*n*-propil staniu	$(C_2H_5)_2(C_3H_7)SnBr$	299,81	—	$1,5910^{21}$	—	112,2/16	—	—	—	—
bromură de dietil staniu	$(C_2H_5)_2SnBr_2$	336,63	inc.	$2,068^{74}$	63	232...3	ace	sol.	sol.	sol. et., solv. org.
tribromură de etil staniu	$C_2H_5SnBr_3$	387,48	inc.	—	310	—	crist.	sol.	—	sol. al.
bromură de bis-3-etil-pentadionat staniu	$(C_7H_{11}O_2)_2SnBr_2$	532,84	inc.	—	164...6	—	pr. cu şase laturi	—	—	g. sol. pet.; sol. clf., bz.
bromură de trietil staniu	$(C_2H_5)_3SnBr$	285,79	inc.	1,630	−13,5	223...4	liq.	g. sol.	—	sol. solv. org.
bromură de difenil staniu	$(C_6H_5)_2SnBr_2$	432,72	inc.	—	38	230/42	crist.	—	—	sol. al., et.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bromură de trifenil staniu	$(C_6H_5)_3SnBr$	429,92	inc.	—	120,5	219/13,5	crist.	ins.	ins.	sol. al., et., solv. org.
tribromură de fenil staniu	$C_6H_5SnBr_3$	435,52	—	—	—	182...3/29	—	—	—	—
bromură de dimetil staniu	$(CH_3)_2SnBr_2$	308,58	inc.	—	74...6	208...13	pr.	sol.	sol.	sol. solv. org.
tribromură de metil staniu	CH_3SnBr_3	373,45	alb	—	53...5	210...11/746	ace	sol.	—	sol. et., al., bz., lig.
bromură de trimetil staniu	$(CH_3)_3SnBr$	343,70	inc.	—	27	165	crist. sau liq.	sol.	sol.	sol. solv. org.
bromură de dipentadionat staniu	$(C_5H_7O_2)_2SnBr_2$	476,73	inc.	—	—	187	crist. cu șase laturi	—	—	g. sol. et., CCl_4; sol. bz., clf., act.
bromură de dipropil staniu	$(C_3H_7)_2SnBr_2$	364,69	inc.	—	49	—	ace	g. sol.	—	sol. solv. org.
bromură de diizopropil staniu	$(C_3H_7)_2SnBr_2$	364,69	gb. deschis	—	54	—	crist. higr.	desc.	desc.	ins. solv. org.
bromură de triizopropil staniu	$(C_3H_7)_3SnBr$	327,87	—	$1,4263^{25,2}$	−49	133/12	—	—	—	sol. solv. org.

tribromură de izopropil staniu	$C_3H_7SnBr_3$	401,51	gb. deschis	—	112	—	pr. delic.	—	—	ins. et. anh.; g. sol. bzc., clf.; sol. acet. glac.
bromură de tri-*o*-tolil staniu	$(C_6H_4CH_3)_3SnBr$	472,00	—	—	99,5	—	pl. romb (al.)	—	—	g. sol. al.; sol. et., bz.
bromură de tri-*p*-tolil staniu	$(C_6H_4CH_3)_3SnBr$	472,00	—	—	98,5	—	rombdr. (al.)	—	—	g. sol. al.; sol. et., bz.
bromură de tri-*p*-xilil staniu	$[(CH_3)_2C_6H_3]_3SnBr$	514,08	—	—	151	—	crist. hex. lungi (al.)	—	—	ins. alr.; sol. bz., clf., et.
tetrabutil-benzen-tio-ortostanat(*p*)	$Sn(SC_6H_4C_4H_9)_4$	779,81	—	—	106	—	—	—	—	—
tetrabutil-tioortostanat (*n*)	$Sn(SC_4H_9)_4$	475,41	—	—	—	136/0,001	—	—	—	—
tetra-*sec*-butil-tioorto-stanat	$Sn(SC_4H_9)_4$	475,41	—	—	—	111/0,001	—	—	—	—
tetra-*n*-butil staniu	$Sn(C_4H_9)_4$	347,16	inc.	1,0572	—	145/10	liq. stab. *n* 1,4730	—	—	—
triizobutil-izoamil staniu	$(C_4H_9)_3Sn(C_5H_{11})$	361,18	—	$1,0356^{26,8}$	—	152,9/16,5	—	—	—	—
triizobutil-etil staniu	$(C_4H_9)_3Sn(C_2H_5)$	319,10	—	$1,0779^{21}$	—	125/16	—	—	—	—
tetraizobutil staniu	$Sn(C_4H_9)_4$	347,16	inc.	$1,054^{23}$	−13	267; 143/16,5	liq.	ins.	ins.	sol. solv. org.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
o-carbometoxifenil-triclor staniu	$(CH_3OCOC_6H_4)SnCl_3$	360,19	—	—	164	—	—	—	—	—
tetraciclohexil staniu	$Sn(SC_6H_{11})_4$	451,31	alb	—	263...4	—	gran. micr.	ins.	ins.	6,25/30 bz.; 0,086/30 al.; sol. clf., CS_2
tetraciclohexiltio-ortostanat	$Sn(SC_6H_{11})_4$	579,56	—	—	53...4	—	—	—	—	—
tetra-*p*-clorbenzen-tio-ortostanat	$Sn(SC_6H_4Cl)_4$	693,15	—	—	189	—	—	—	—	—
cloroiodură	$SnCl_2I_2$	443,40	rş.	$3,287^{15}$	—	297	liq. mobil	sol. slţie conc.	desc. dil. slţie	sol. bz., CS_2, clf.
clorostanat de amoniu (s. db. $SnCl_4$ + + NH_4Cl)	$(NH_4)_2[SnCl_6]$	367,49	alb	2,4	desc.	—	cub.	33/14	sol.	—
clorostanat de cesiu (s. db. $SnCl_4$ + CsCl)	$Cs_2[SnCl_6]$	597,22	alb	3,33	—	—	cub.	—	—	ins. HCl conc.
clorostanat de potasiu (s. db. $SnCl_4$ + KCl)	$K_2[SnCl_6]$	409,61	inc.	2,71	—	—	cub.	sol.	sol.	—

clorură	$SnCl_2$	189,60	alb	liq. $3{,}393^{245}$	246,0	623	romb.	83,9/0 desc.	269,8/15 desc.	sol. al., et., act., py., acetat etil și de metil
clorură	$SnCl_2 \cdot 2H_2O$	225,63	alb	$2{,}710^{15,5}$	37,3	desc.	mcl.	118,7 desc.	∞ desc.	sol. al., et., act., acet. glac.
clorură	$SnCl_4$	260,50	inc.	2,232	−33	114,1	liq.	sol.	desc.	sol. et.
clorură	$SnCl_4 \cdot 3H_2O$	314,55	—	—	80	stab. 64...83	crist. mcl.	sol.	—	—
clorură	$SnCl_4 \cdot 4H_2O$	332,56	—	—	—	stab. 56...63	opac	sol.	—	—
clorură	$SnCl_4 \cdot 5H_2O$	350,58	—	—	—	stab. 19...56	crist. mcl.	sol.	—	—
clorură s. db. NH_4Cl (sarea lui Pink)	$Sn(NH_4)_2Cl_6$	367,49	alb	2,51	subl.	—	cub.	33,3/14	slție conc. fierbe fără desc.	—
diamino clorură	$SnCl_4 \cdot 2NH_3$	294,56	—	—	—	—	crist.	sol.	—	desc. HCl
clorură de diizoamil staniu	$(C_5H_{11})_2SnCl_2$	331,88	—	—	28	—	—	—	—	—
clorură de triizoamil staniu	$(C_5H_{11})_3SnCl$	367,57	—	$1{,}1290^{34,2}$	−30,2	174/13	—	—	—	—
clorură de di-*o*-anisil staniu	$(CH_3OC_6H_4)_2SnCl_2$	403,86	—	—	113	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clorură de benzil staniu	$(C_6H_5 \cdot CH_2)_2SnCl_2$	371,86	inc.	—	163...4	—	ace (act., HCl)	—	—	sol. act., al., et., clf., CCl_4 acet.
clorură de tribenzil staniu	$(C_6H_5CH_2)_3SnCl$	427,54	alb	—	142...4	desc.	ace	ins.	ins.	ins. al.; sol. acet., act., bz., et., clf., py.
clorură de butil staniu	$(C_4H_9)_2SnCl_2$	303,83	—	—	43	—	ace	—	—	—
clorură de triizobutil staniu	$(C_4H_9)_3SnCl$	325,49	—	$1{,}1290^{34,2}$	+30,2	174/13	—	—	—	—
clorură de dietil staniu	$(C_2H_5)_2SnCl_2$	247,72	alb	—	84...5	220	ace	sol.	sol.	sol. HCl, solv. org.
clorură de dietil izoamil staniu	$(C_2H_5)_2(C_5H_{11})SnCl$	283,41	—	$1{,}2094^{19,9}$	—	125,5/13	—	—	—	—
clorură de dietil-*n*-propil staniu	$(C_2H_5)_2(C_3H_7) \cdot SnCl$	255,36	—	$1{,}3848^{15,7}$	—	108/17	—	—	—	—
clorură de etilpropil staniu	$(C_2H_5)(C_3H_7)SnCl_2$	261,75	—	—	57...8	—	ace (pet.)	sol.	—	sol. et., al.
clorură de trietil staniu	$(C_2H_5)_3SnCl$	241,33	inc.	$1{,}428^{8}$	10 (15,5)	208...10	liq.	ins.	—	sol. solv. org.
clorură de difenil staniu	$(C_6H_5)_2SnCl_2$	343,81	inc.	—	42	333...7 desc.	crist.	g. sol. desc.	—	sol. al., et., lig.

clorură de fenil-benzil staniu	$(C_6H_5)(C_6H_5CH_2)SnCl_2$	357,84	inc.	—	83...4	80...100	ace (Hcl dil)	—	—	—
triclorură de fenil staniu	$C_6H_5SnCl_3$	302,16	—	—	—	142...3/25	—	sol.	—	—
clorură de trifenil staniu	$(C_6H_5)_3SnCl$	385,46	inc.	—	106	240/13,5	crist.	ins.	ins.	sol. solv. org.
clorură de fosfor şi-	$SnCl_4 \cdot PCl_5$	468,74	—	—	subl. 200	—	crist.	desc.	desc.	—
clorură de fosforil şi-	$SnCl_4 \cdot POCl_3$	413,83	—	—	58	180	crist.	desc.	desc.	—
clorură de dimetil staniu	$(CH_3)_2SnCl_2$	219,67	—	—	90 (107)	188...90	—	sol.	—	sol. solv. org.
triclorură de metil staniu	CH_3SnCl_3	240,08	inc.	—	43	—	crist.	sol.	—	sol. solv. org.
clorură de trimetil staniu	$(CH_3)_3SnCl$	199,25	inc.	—	37	—	crist.	sol.	sol.	sol. solv. org.
clorură de dipentadionat staniu	$(C_5H_7O_2)_2SnCl_2$	387,82	inc.	—	—	202...3	crist. cu şase laturi	sol.	—	sol. bz., act.
clorură de dipropilstaniu	$(C_3H_7)_2SnCl_2$	275,77	inc.	—	81	—	crist.	g. sol.	—	sol. solv. org.
clorură de diizopropil staniu	$(C_3H_7)_2SnCl_2$	275,77	inc.	—	80...4	—	crist. transp.	sol.	sol.	sol. al., bzc., acet. glac.
triclorură de izopropil staniu	$C_3H_7SnCl_3$	268,14	—	—	—	75/16	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
clorură de tripropil staniu	$(C_3H_7)_3SnCl$	283,41	inc.	$1,2678^{28}$	−23,5	—	liq.	—	—	sol. solv. org.
clorură de tri-*n*-propil staniu	$(C_3H_7)_3SnCl$	283,41	—	$1,2678^{28}$	−23,5	123/13	—	—	—	—
clorură de *m*-ditolil staniu	$(CH_3C_6H_4)_2SnCl_2$	371,86	—	—	39...40	—	—	—	—	—
clorură de di-*o*-tolil staniu	$(CH_3C_6H_4)_2SnCl_2$	371,86	—	—	49...50	—	—	—	—	—
clorură de di-*p*-tolil staniu	$(CH_3C_6H_4)SnCl_2$	371,86	—	—	49...50	—	—	—	—	—
triclorură de tolilstaniu (*o*-)	$CH_3C_6H_4SnCl_3$	316,18	—	1,7619	—	154...8/20	—	—	—	—
triclorură de tolilstaniu (*p*-)	$CH_3C_6H_4SnCl_3$	316,18	—	1,7522	—	156...7/23	—	desc. ușor	—	—
triclorură de tolil staniu (*m*-)	$CH_3C_6H_4SnCl$	316,18	inc.	1,7516	<-20	150...1/23	liq.	—	—	—
clorură de tri-*o*-tolil staniu	$(C_6H_4CH_3)_3SnCl$	427,54	—	—	99,5	—	pr. scurte și groase (al.)	—	—	g. sol. al.; sol. et., bz.
clorură de tri-*m*-tolil staniu	$(C_6H_4CH_3)_3SnCl$	427,54	—	—	108	—	—	—	—	—

clorură de tri-*p*-tolil staniu	$(C_6H_4CH_3)_3SnCl$	427,54	—	—	97,5	—	pl. romb. (al.)	—	—	g. sol. al., bz., et.
clorură de tri-*p*-xilil staniu	$[(CH_3)_2C_6H_3]_3SnCl$	469,63	—	—	141,5	—	hex. (al.)	—	—	ins. alr.; sol. bz., clf., et.
cromat	$Sn(CrO_4)_2$	350,68	gb. br.	—	desc.	—	pulb. crist	sol.	—	—
tetradodecil-tio-ortostanat(*n*-)	$Sn(SC_{12}H_{25})_4$	924,28	—	—	35,5	—	—	—	—	—
dietil staniu	$Sn(C_2H_5)_2$	176,81	uşor gb.	1,654	<-12	150 desc.	liq. uleios	ins.	ins.	sol. bz., et., lig., clf., CCl_4
dietildiizoamil staniu	$(C_2H_5)_2Sn(C_5H_{11})_2$	319,10	—	$1,0725^{19}$	—	131/13,5	—	—	—	—
dietildiizobutil staniu	$(C_2H_5)_2Sn(C_4H_9)_2$	291,05	—	1,1030	—	108,2/13	—	—	—	—
dietildifenil staniu	$(C_2H_5)_2(C_6H_5)_2Sn$	331,03	—	—	—	154...6/4	—	—	—	—
etil-*n*-propil diizoamil staniu	$(C_2H_5)(C_3H_7)Sn \cdot (C_5H_{11})_2$	333,13	—	$1,0654^{21,9}$	—	141/17	—	—	—	—
etil-stanic, acid	$C_2H_5 \cdot SnO \cdot OH$	180,76	alb	—	desc. <rş.	—	gel sau pulb. am.	ins.	ins.	ins. al., et., clf., xilen; sol. ac. min. dil., KOH,
tetraetiltio-ortostanat	$Sn(SC_2H_5)_4$	363,19	—	—	—	105/0,001	—	—	—	—
etiltri-*n*-butil staniu	$C_2H_5(C_4H_9)_3Sn$	319,10	—	1,0783	—	129/10	*n* 1,4732	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
etiltri-*n*-propil staniu	$C_2H_5(C_3H_7)_3Sn$	277,02	—	—	—	101/10	—	—	—	—
etilcloro-stanic, acid	$H_2SnC_2H_5Cl_5$	327,03	inc.	—	desc.	—	pr. delic.	desc.	—	—
hexaetil distaniu	$[(C_2H_5)_3Sn]_2$	411,75	—	$1{,}412^{0}$	—	desc. 270	liq.	—	—	—
tetraetil staniu	$Sn(C_2H_5)_4$	234,94	inc.	$1{,}187^{23}$	−112	181	liq.	ins.	ins.	sol. solv. org.
trietil-*n*-amil staniu	$(C_2H_5)_3C_5H_{11}Sn$	277,02	—	—	—	102/10	—	—	—	—
trietil-(*p*-dimetil aminofenil) staniu	$(C_2H_5)_3(CH_3)_2NC_6H_4Sn$	326,05	—	1,2425	—	172...3/3	$1{,}5610^{22}$	—	—	—
trietil-*o*-hidroxifenil staniu	$(C_2H_5)_3OHC_6H_4Sn$	298,98	—	$1{,}3229^{25}$	—	197...200/3	$1{,}5377^{25}$	—	—	—
trietilizoamil staniu	$(C_2H_5)_3Sn(C_5H_{11})$	277,02	—	$1{,}1203^{20,1}$	—	$111^{18,5}$	—	—	—	—
trietilizobutil staniu	$(C_2H_5)_3Sn(C_4H_9)$	262,99	—	$1{,}139^{20,3}$	—	$96{,}5^{17}$	—	—	—	—
trietilfenil staniu	$(C_2H_5)_3(C_6H_5)Sn$	282,98	inc.	1,2639	—	254	liq.	ins.	ins.	sol. al., et., solv. org.
trietil-*n*-propil staniu	$(C_2H_5)_3Sn(C_3H_7)$	248,97	—	$1{,}1680^{20,6}$	—	82/13	—	—	—	—
trietil staniu	$Sn(C_2H_5)_3$	205,88	inc.	1,3774	<−75	161/23	liq.	ins.	ins.	sol. al., solv. org.

etoxid de trietil staniu	$(C_2H_5)_3Sn(OC_2H_5)$	250,94	inc.	1,2634	—	190	liq.	desc.	—	sol. solv. org.
difenil-staniu	$Sn(C_6H_5)_2$	272,90	gb.	—	225,7; (126...30)	—	pulb. am.	ins.	ins.	ins. al. abs.; sol. clf., bz., et.
difeniltio-difenil staniu	$Sn(C_6H_5)_2(SC_6H_5)_2$	491,25	—	—	65...5,5	—	—	—	—	—
ditrifenil-stanil-metan	$[(C_6H_5)_3Sn]_2CH_2$	714,05	alb	—	104,5	—	crist.	—	—	sol. bz., et., clf., et pet. c.
hexafenil distaniu	$[(C_6H_5)_3Sn]_2$	700,02	—	—	232,5	desc. <280	—	—	—	0,029 et.; 18,08 clf; 7,82 bz.
tetrafenil-tio-ortostanat	$Sn(SC_6H_5)_4$	555,37	—	—	67	—	—	—	—	—
feniltribenzil staniu	$(C_6H_5)Sn(C_6H_5CH_2)_3$	469,20	—	—	—	290/5	liq.	—	—	sol. toți solv. org. afară de al.
tetrafenil staniu	$Sn(C_6H_5)_4$	427,12	inc.	$1{,}490^{0}$	226	>420	tetr. (xilen)	ins.	ins.	g. sol. al.; sol. bzc., py., CCl_4, clf., acet.
trifenilbenzil staniu	$(C_6H_5)_3Sn(C_6H_5CH_2)$	441,14	inc.	—	90	250/3	pl. (al.)	—	—	sol. solv. org. afară de al.
trifeniletil staniu	$(C_6H_5)_3SnC_2H_5$	379,07	alb	$1{,}2953^{62}$	56	—	pr. (al.)	—	—	—
trifenilmetil staniu	$(C_6H_5)_3SnCH_3$	365,05	inc.	$1{,}3113^{63,85}$	60...1	—	tetr. (et.)	—	—	sol. bz., clf., et.
trifenil α-naftilstaniu	$(C_6H_5)_3Sn(C_{10}H_7)$	477,18	inc.	—	125	—	pr.	—	—	sol. bz., clf., et.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
trifenil staniu	$Sn(C_6H_5)_3$	350,01	alb	—	232,5	desc. 200	pulb.	ins.	ins.	0,079/30 al.; 7,82/30 bz.; 0,92/30 et.; 18,1/30 clf.
tritrifenil-stanil-metan	$[(C_6H_5)_3Sn]_3CH$	1063,05	alb	—	128	—	crist.	ins.	ins.	g. sol. etpet. r., al.; sol. et., bz., clf., et-pet. c.
trifenil-*p*-tolil staniu	$(C_6H_5)_3Sn(C_7H_7)$	441,14	—	—	124	—	ace (et.)	—	—	sol. clf., bz., et.
trifenil-*p*-xilil staniu	$(C_6H_5)_3Sn[C_6H_3(CH_3)_2]_2$	560,33	inc.	—	100,5	—	pl. hex. lungi (al.)	—	—	sol. bz., et., clf.
fericianură	$Sn_3[Fe(CN)_6]_2$	779,98	alb	—	desc.	—	—	ins.	—	desc. HCl
ferocianură	$Sn_2Fe(CN)_6$	449,33	alb	—	—	—	gel	ins.	ins.	desc. HCl
ferocianură	$SnFe(CN)_6$	330,64	alb vd.	—	—	—	gel	ins.	ins.	desc. HCl c.
fluorostanat de potasiu (s. db. SnF_4+ + KF)	$K_2[SnF_6] \cdot H_2O$	328,90	—	3,05	—	—	prism. mcl.	3,7/18	33,3/100	ins. al., NH_3
fluorură	SnF_2	156,69	alb.	—	—	—	crist. mcl.	sol.	—	—

fluorură	SnF_4	194,68	alb	$4,780^{19}$	—	705	masă crist. higr.	sol.	desc. la SnO_2	—
fluorură de dietil staniu	$(C_2H_5)_2SnF_2$	214,81	—	—	229	—	pl. sau romb (CH_3OH)	—	—	0,45/31 al.; 2,64/31 CH_3OH; 0,047/31 bz.
florură de dietil-*n*-propil staniu	$(C_2H_5)_2(C_3H_7)SnF$	238,90	—	—	271	—	—	—	—	6,93/31 CH_3OH; 3,78/31 al.; 0,05/31 bz.
fluorură de difenil staniu	$(C_6H_5)_2SnF_2$	310,90	—	—	360	—	—	—	—	—
fluorură de dimetil staniu	$(CH_3)_2SnF_2$	186,76	alb	—	—	desc. <360	pl. fine	4,66/30,7	—	0,08/31 al.; 33/31 CH_3OH
fluorură de dipropil staniu	$(C_3H_7)_2SnF_2$	242,87	—	—	205	—	foițe	0,22/32	—	0,93/32 al.; 1,91/32 CH_3OH
fluorură de triizoamil staniu	$(C_5H_{11})_3SnF$	351,12	—	—	288	—	ace	—	—	1,03/31 al.; 0,967/31 bz.; 1,22/31 CH_3OH
fluorură de triizobutil staniu	$(C_4H_9)_3SnF$	309,04	—	—	244	—	pr. lungi și fine	—	—	0,414/32 al.; 0,1/32 bz.; 0,614/32 CH_3OH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fluorură de trimetil staniu	$(CH_3)_3SnF$	182,79	alb	—	360 în tub închis	desc. <375	pr. drepte scurte și groase	—	—	2,41/31 CH_3OH; 1,08/31 al.; 0,05/31 bz.
fluorură de trifenil staniu	$(C_6H_5)_3SnF$	369,01	—	—	357	—	pr. fine	g. sol.	—	g. sol. al., et.
fluorură de tri-*n*-propil staniu	$(C_3H_7)_3SnF$	266,96	—	—	275	—	pr. netede	—	—	4,26/31 CH_3OH; 2,73/31 al.; 0,118/31 bz.
fluorură de tri-*p*-tolil staniu	$(C_6H_4CH_3)_3SnF$	411,09	—	—	305	—	ace împîslite ca părul	—	—	sol. al.
fluorură de tri-*m*-xilil staniu	$[(CH_3)_2C_6H_3]_3SnF$	453,17	—	—	205	—	ace fine împîslite	—	—	sol. bz., et., al.
fluorură de tri-*p*-xilil staniu	$[(CH_3)_2C_6H_3]_3SnF$	453,17	—	—	247	—	ace fine lungi	—	—	g. sol. bz, etc. al.
ortofosfat	$Sn_3(PO_4)_2$	546,01	alb	$3{,}823^{17}$	—	—	am. s.	ins.	ins.	desc. ac., baze
ortofosfat acid	$SnHPO_4$	214,67	—	$3{,}476^{15,5}$	stab. <100	desc.	crist.	ins.	ins.	—
ortofosfat acid	$Sn(H_2PO_4)_2$	312,66	—	$3{,}167^{22,8}$	—	—	crist. romb.	—	—	—
metafosfat	$Sn(PO_3)_2$	276,63	—	$3{,}380^{22,8}$	—	—	masă am.	—	—	—

pirofosfat	$Sn_2P_2O_7$	411,32	—	$4,009^{16,4}$	—	—	pulb. am.	—	—	—
monofosfură	SnP	149,66	alb argintiu	6,56	—	—	—	ins.	—	ins. HNO_3; sol. HCl
trifosfură	SnP_3	211,61	—	$4,10^0$	desc. <415 la Sn_4P_3	—	crist.	ins.	ins.	ins. HCl; desc. HNO_3
trifosfură	Sn_4P_3	567,68	alb	5,181	desc. <480	—	crist.	ins.	ins.	desc. HCl,baze
tetra-*n*-heptil staniu	$Sn(C_7H_{15})_4$	515,48	inc.	0,9748	—	239/10	*n* 1,4698	—	—	—
tetrahexadecil-tio-ortostanat	$Sn(SC_{16}H_{33})_4$	1148,71	—	—	53...4	—	—	—	—	—
tetra-*n*-hexil staniu	$Sn(C_6H_{13})_4$	459,37	—	0,9959	—	209/10	*n* 1,4706	—	—	—
hidroxiclorură de difenil staniu	$(C_6H_5)_2Sn(OH)Cl$	325,36	alb	—	187	—	pulb. am.	ins.	ins.	ins. solv. org.; sol. ac. conc.
hidroxid de tribenzil staniu	$(C_6H_5CH_2)_3SnOH$	409,10	inc.	—	117...21	—	pl. romb.	—	—	ins. KOH; g. sol. et., lig.; sol. alc., CS_2. bz.
hidroxid de trietil staniu	$(C_2H_5)_3SnOH$	222,88	inc.	—	43	271	crist.	sol.	sol.	sol. solv. org.
hidroxid de trimetil staniu	$(CH_3)_3SnOH$	180,80	inc.	—	118 desc.	subl. >80	pr.	sol.	sol.	sol. ac., al., bz., clf., CCl_4, baze

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
hidroxid de trifenil staniu	$(C_6H_5)_3SnOH$	367,02	—	—	118	—	—	—	—	—
hidroxid de tri-*p*-tolil staniu	$(CH_3C_6H_4)_3SnOH$	409,10	—	—	108...9	—	—	—	—	—
hidrură de trimetil staniu	$(CH_3)_3SnH$	164,80	inc.	—	—	60	liq. uleios	g. sol.	—	sol. solv. org.
hidrură	SnH_4	122,72	—	—	−150; desc.	−52	gaz	—	—	sol. $AgNO_3$, $HgCl_2$, H_2SO_4 conc., baze conc.
iodură	SnI_2	372,50	gb. rș.	$5{,}28^{25}$	320	720	mcl.	1,32/20,8	3,55/98,5	desc. KOH, HCl; sol. HF, CS_2
iodură	SnI_4	626,31	gb.	$4{,}696^{11}$	143,5	341; subl 180	cub.	desc.	desc.	145/15 CS_2; sol. al., et., clf., bz.
iodură de benzil staniu	$(C_6H_5 \cdot CH_2)_2SnI_2$	554,77	inc. gb.	—	86...7	—	ace lungi mătăsoase (etpet.)	—	—	sol. act., al., et., clf., CCl_4
iodură de dietil staniu	$(C_2H_5)_2SnI_2$	430,62	alb	—	44,5...5,0	240...5 desc.	ace	g. sol.	g. sol.	sol. solv. org.

iodură de diizoamil staniu	$(C_5H_{11})_2SnI_2$	514,79	—	—	—	202...5/8	liq. uleios	—	—	—
iodură de diizobutil staniu	$(C_4H_9)_2SnI_2$	486,73	—	—	—	290...5	—	—	—	—
iodură de dimetil-etil staniu	$(CH_3)_2C_2H_5SnI$	304,73	—	$2{,}0264^{20}_{20}$	—	77...8/11; 185...7/18	—	—	—	—
iodură de dimetil staniu	$(CH_3)_2SnI_2$	402,57	alb	2,872	43 (30)	228	romb.	g. sol.	sol.	sol. solv. org.
iodură de difenil staniu	$(C_6H_5)_2SnI_2$	526,71	inc.	—	71...72	176...82/2	crist.	ins.	ins.	sol. solv. org.
iodură de dipropil staniu	$(C_3H_7)_2SnI_2$	458,68	inc.	—	<-15	270...3	liq. uleios	ins.	ins.	sol. solv. org.
iodură de etil-metil-propil staniu	$CH_3C_2H_5C_3H_7SnI$	332,78	—	$1{,}8182^{20}_{20}$	—	108...11/11; 226...30/720 uşor desc.	$1{,}5548^{17}$	—	—	—
triiodură de etil staniu	$C_2H_5SnI_3$	528,47	—	—	—	181...4/19	—	—	—	—
triiodură de metil staniu	CH_3SnI_3	514,44	gb. deschis	—	86,5	—	ace	sol.	sol.	sol. et., al., bz., clf., CH_3OH
triiodură de propil staniu	$C_3H_7SnI_3$	542,49	—	—	—	desc. 200/16	—	—	—	—
iodură de tribenzil staniu	$(C_6H_5CH_2)_3SnI$	519,00	—	—	102...3	—	ace în formă de pr. (acet.)	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
iodură de trietil staniu	$(C_2H_5)_3SnI$	332,78	inc.	1,833	−34,5	225(231)	liq.	g. sol.	—	sol. solv. org.
iodură de triizoamil staniu	$(C_5H_{11})_3SnI$	459,02	—	$1{,}3777^{26,5}$	−22	182/13	—	—	—	—
iodură de triizobutil staniu	$(C_4H_9)_3SnI$	416,94	inc.	$1{,}378^{26,5}$	−22	284...6	liq.	—	—	sol. et., solv. org.
iodură de triizopropil staniu	$(C_3H_7)_3SnI$	374,86	—	$1{,}4378^{22,2}$	—	151/13	—	—	—	—
iodură de trimetil staniu	$(CH_3)_3SnI$	290,70	inc.	2,1432	3,4	170	liq.	g. sol.	—	sol. bz., al., et., act.
iodură de trifenil staniu	$(C_6H_5)_3SnI$	476,91	alb	—	121	253/13,5	mcl. cu 4 laturi	ins.	ins.	sol. solv. org.
iodură de tri-*n*-propil staniu	$(C_3H_7)_3SnI$	374,86	inc.	$1{,}692^{16}$	−53	260...2; 141/13	liq.	—	—	sol. solv. org.
iodură de tri-*o*-tolil staniu	$(C_6H_4CH_3)_3SnI$	519,00	—	—	119,5	—	crist. romb. (al., et.)	—	—	g. sol. al.; sol., bz. et.
iodură de tri-*p*-tolil staniu	$(C_6H_4CH_3)_3SnI$	519,00	—	—	120,5	—	pl. romb. (et.—al.)	—	—	g. sol. al.; sol. bz., et.
iodură de tri-*p*-xilil staniu	$[(CH_3)_2C_6H_3]_3SnI$	561,08	—	—	159,5	—	pl. hex.(al).	—	—	ins. alr.; sol. bz., clf., et.

dimetil-dibrom-dipiridin staniu	$(CH_3)_2SnBr_2(C_5H_5N)_2$	466,78	—	—	172	—	—	—	—	—
dimetil-diizobutil staniu	$(CH_3)_2Sn(C_4H_9)_2$	262,99	—	$1{,}1179^{20,1}$	—	85/16,5	—	—	—	—
dimetil-diclor-dipiridin staniu	$(CH_3)_2SnCl_2(C_5H_5N)_2$	377,87	—	—	163	—	—	—	—	—
dimetil-dietil staniu	$(CH_3)_2Sn(C_2H_5)_2$	206,88	inc.	$1{,}2319^{19}$	<-13	144...6	liq.	ins.	ins.	sol. solv. org.
dimetil-etil-propil staniu	$(CH_3)_2C_2H_5C_3H_7Sn$	220,91	—	$1{,}2014^{20}_{20}$	—	149...51	—	—	—	—
dimetil-staniu	$[(CH_3)_2Sn]_x$	$(148{,}76)_x$	gb. desc.	—	—	—	—	ins.	ins.	ins. solv. org.
metil-stanic, acid	$(CH_3)SnOOH$	166,73	alb	—	infuzibil	—	publ. am.	ins.	ins.	ins. solv. org.; sol. ac., baze
tetrametil-tioortostanat	$Sn(SCH_3)_4$	307,09	—	—	31	81/0,001	—	—	—	—
metil-tribrom-dipiridin staniu	$CH_3SnBr_3(C_5H_5N)_2$	531,66	—	—	203	—	—	—	—	—
metiltri-*n*-butil staniu	$CH_3(C_4H_9)_3Sn$	305,07	—	$1{,}0898^{20}_{4}$	—	121/10	*n* 1,4735	—	—	—
metil tri-*n*-propil staniu	$CH_3(C_3H_7)_3Sn$	262,99	—	—	—	93/10	—	—	—	—
tetrametil staniu	$Sn(CH_3)_4$	178,83	inc.	$1{,}314^{0}$	—	78	liq.	ins.	ins.	sol. solv. org.
trimetiletil staniu	$(CH_3)_3(C_2H_5)Sn$	192,86	inc.	—	—	108,2	liq.	ins.	ins.	sol. solv. org.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
trimetil staniu	$Sn(CH_3)_3$	163,80	inc.	$1,570^{25}$	23	182	liq.	ins.	ins.	sol. solv. org.
α-dinaftil staniu	$Sn(C_{10}H_7)_2$	373,02	—	—	200	desc. 255	—	—	—	—
nitrat	$Sn(NO_3)_2 \cdot 20H_2O$	603,01	inc.	—	−20	—	foițe	desc.	desc.	desc. HNO_3
nitrat bazic	$SnO \cdot Sn(NO_3)_2$	377,39	alb	—	desc. <100 expl.	—	masă crist.	desc.	desc.	—
nitrat	$Sn(NO_3)_4$	366,71	—	—	desc. compl.50	—	ace mătăsoase	desc.	—	—
tetra-*n*-octil staniu	$Sn(C_8H_{17})_4$	571,58	—	0,9605	—	268/10	n 1,4691	—	—	—
oxalat	SnC_2O_4	206,70	alb	$3,56^{18}$	—	—	crist. sau pulb.	—	—	g. sol. NH_4Cl $(NH_4)_2C_2O_4$
oxid	SnO	134,69	n.	$6,446^0$	desc. 700...950	—	tetr. (cub.)	ins.	ins.	desc. HCl desc. ac.; g. sol. NH_4Cl
oxid	$SnO \cdot xH_2O$	—	alb sau gb. br.	—	—	—	pulb. sau crist.	—	desc. la SnO	ins. NH_4OH; desc. ac., baze; sol. carbonat bazic
oxid (casiterită)	SnO_2	150,69	alb	6,95	1127 desc.	—	tetr. n 1,997; 2,093	ins.	ins.	ins. ac. dil., desc. KOH NaOH

oxid (sau ortostanic acid)	$SnO_2 \cdot xH_2O$	—	inc. sau alb	—	—	—	am. sau pp.	ins.	ins.	sol. ac., K_2CO_3, KOH, NaOH
oxid (metastanic acid)	$SnO_2 \cdot xH_2O$	—	alb	—	—	—	am. sau gel	ins.	ins.	ins. ac. K_2CO_3;, sol.KOH, NaOH
oxid de dietil staniu	$(C_2H_5)_2SnO$	192,81	alb	—	infuzibil	—	pulb.	ins.	ins.	ins. solv. org.; sol. HCl, ac. dil., baze conc.
oxid de diizopropil staniu	$(C_3H_7)_2SnO$	220,87	—	—	desc.	—	—	ins.	ins.	ins. solv. org., baze, sol. HClc.
oxid de dimetil staniu	$(CH_3)_2SnO$	164,76	alb	—	infuzibil	desc.	pulb.	ins.	ins.	ins. solv. org., NH_4OH; sol. ac., NaOH
oxid de difenil staniu	$(C_6H_5)_2SnO$	288,90	inc.	—	infuzibil	—	pulb. am.	ins.	ins.	ins. solv. org; sol. ac. conc.
oxid de trimetil staniu	$[(CH_3)_3Sn]_2O$	343,59	alb	—	desc.	—	pulb. am.	ins.	ins.	ins. solv. org.; sol. ac., baze
oxi-di-*m*-tolil staniu	$(CH_3C_6H_4)_2SnO$	316,96	alb	—	—	—	am. infuzibil	ins.	ins.	ins. solv. org.; sol. ac. min.
di-*n*-propil-dibrom-dipiridin staniu	$(C_3H_7)_2SnBr_2 \cdot (C_5H_5N)_2$	522,89	—	—	128	—	—	—	—	—

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
izopropil stanic, acid	$C_3H_7SnO \cdot OH$	194,79	alb	—	desc.	—	am.	ins.	—	ins. solv. org.; sol. ac. min. dil., baze
tetraizopropil-tioortostanat	$Sn(SC_3H_7)_4$	419,30	—	—	—	92/0,001	—	—	—	—
tetrapropil-tioortostanat (*n*)	$Sn(SC_3H_7)_4$	419,30	—	—	—	123/0,001	—	—	—	—
propiltri-*n*-amil staniu	$C_3H_7(C_5H_{11})_3Sn$	375,21	—	1,0368	—	163/10	*n* 1,4732	—	—	—
tetrapropil staniu	$Sn(C_3H_7)_4$	291,05	inc.	$1,1065^{20,2}$	—	222...5	liq.	ins.	ins.	sol. solv. org.
tri-*n*-propil *n*-butil staniu	$(C_3H_7)_3C_4H_9Sn$	305,07	—	—	—	121/10	—	—	—	—
tri-*n*-propil-etil staniu	$(C_3H_7)_3Sn(C_2H_5)$	277,02	—	$1,1225^{21,8}$	—	117,5/23,3	—	—	—	—
tri-*n*-propil izobutil staniu	$(C_3H_7)_3Sn(C_4H_9)$	305,07	—	$1,0841^{26\ 1}$	—	128/18	—	—	—	—
seleniură	SnSe	197,65	cșiu	$6,179^0$	861	—	crist.	ins.	ins.	desc. HCl, HNO_3 aq. reg., sulfuri alcaline
seleniură	$SnSe_2$	276,61	—	5,133	650	—	crist.	ins.	ins.	ins. ac. dil.; desc. ac. conc.

sulfat	$SnSO_4$	214,75	alb gb.	—	desc. <360 la SO_2	—	pulb. crist.	33/25	—	sol. H_2SO_4
sulfat	$Sn(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$	346,84	—	—	—	—	pr. hex. delic.	sol.	desc.	sol. et., H_2SO_4 dil.; react. cu HCl
sulfoclorură	$SnCl_4 \cdot 2SCl_4$	608,25	gb.	—	37	desc. <40	crist.	desc.	desc.	desc. HNO_3; sol. CS_2, et., bz., acetat de etil
sulfură	SnS	150,75	cșiu n.	$5,080^0$	882	1230	romb.	0,000002/18	—	desc. HCl baze, $(NH_4)_2S_x$
sulfură	SnS_2	182,82	gb. auriu	4,5	desc.	—	hex.	0,000002/18	—	ins. HCl, HNO_3; desc. baze sulfuri aq. reg., PCl_5 $SnCl_2$, hidroxizi alcalini
sulfură de dimetil staniu	$(CH_3)_2SnS$	180,82	—	—	148	—	—	—	—	—
sulfură de trimetil staniu	$[(CH_3)_3Sn]_2S$	359,65	gb. deschis	$1,649^{25}$	6	233,5	ulei	ins.	—	sol. solv. org., HNO_3
tartrat	$SnC_4H_4O_6$	266,76	alb	—	—	—	pulb.	sol.	—	sol. HCl dil.
telurură	SnTe	246,29	cșiu	6,48	780	—	crist.	ins.	ins.	desc. sulfuri alcaline

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
telurură	$SnTe_2$	373,89	n.	—	—	—	pp. floculent	ins.	ins.	desc. ac. dil., hidroxizi alcalini, $(NH_4)_2S_x$
tio-di-*m*-tolil staniu	$(CH_3C_6H_4)_2SnS$	333,02	—	—	121,5...2	—	—	—	—	sol. clf., bz., et., py., HCl, acetat de etil
di-*p*-tolil staniu	$(CH_3C_6H_4)_2Sn$	300,96	port.gb.	—	111,5	desc. <245	pulb. am.	—	—	sol. bz.
hexa-*p*-tolil distaniu	$[(C_6H_4CH_3)_3Sn]_2$	784,18	—	—	143,5	desc. 335	pl. (bz)	—	—	g. sol. bz., et., al. abs.
tetra-*o*-tolil staniu	$Sn(C_6H_4CH_3)_4$	483,23	alb	—	158...9 (215)	—	pulb. crist.	ins.	ins.	ins. al.; sol. bz., et.
tetra-*m*-tolil staniu	$Sn(C_6H_4CH_3)_4$	483,23	inc.	—	128,5	—	ace	ins.	ins.	sol. bz., etc., alc
tetra-*p*-tolil staniu	$Sn(C_6H_4CH_3)_4$	483,23	inc.	—	230...3	—	ace	ins.	ins.	g. sol. al., et.; sol. bz., clf., CS_2, py.
o-tolil stanonic acid	$CH_3C_6H_4SnO_2H$	242,83	—	—	desc. 295	—	pulb. am.	—	—	—

m-tolil stanonic acid	$CH_2C_6H_4SnO_2H$	242,83	—	—	—	desc. 295	—	ins.	ins.	ins. et pet.; sol. CH_3OH, al., et., clf., acetat de etil, py., ac. și baze
tetra-*p*-tolil-tio ortostanat (*p*-)	$Sn(SCH_3C_6H_4)_4$	611,48	—	—	100	—	—	—	—	—
di-*p*-xilil staniu	$[(CH_3)_2C_6H_3]_2Sn$	329,01	—	—	157	desc. 240	—	—	—	—
hexa-*p*-xilil distaniu	$[(CH_3)_2C_6H_3)_3Sn]_2$	868,35	—	—	192,5	desc. 368	pl. romb. (bz.—al.)	—	—	21/30,4 bz.
tetra-*m*-xilil staniu	$[(CH_3)_2C_6H_3]_4Sn$	539,33	—	—	219,5	desc. 360	ace romb. (bz.—al)	—	—	0,314/30 al; 5,28/30 et. 35,1/30 bz; 43,2/30 clf.
tetra-*p*-xilil staniu	$[(CH_3)_2C_6H_3]_4Sn$	539,33	alb	—	272...3	desc. 360	pr. tetr.	ins.	ins.	0,015/30 al; 1,73/30 bz.; 2,80/30 clf.; 0,29/30 et.; 0,017/30 CH_3OH
Stronțiu $Z = 38$ valență II	Sr	87,62	argintiu alb, gb. deschis	2,6	774	1150	cub. met.	desc.	desc.	sol. ac., al., NH_3 liq.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
acetat	$Sr(C_2H_3O_2)_2$	205,71	alb	2,099	—	desc.	crist.	36,9	36,4/97	0,26/15 CH_3OH
acetat	$Sr(C_2H_3O_2)_2\cdot 1/2H_2O$	214,72	alb	anh. 2,099	—	—	pulb. crist.	sol.	—	g. sol. al.
ortoarseniat acid	$SrHAsO_4 \cdot H_2O$	245,56	—	$3,606^{15}$; anh. 4,035	$-H_2O$, 125	—	ace romb.	0,284/15,5	desc.	sol. ac.
ortoarsenit	$Sr_3(AsO_3)_2 \cdot 4H_2O$	580,76	alb	—	—	—	crist. sau pulb.	g. sol.	—	g. sol. al.; sol. ac.
tetraborat	$SrB_4O_7 \cdot 4H_2O$	314,92	—	—	—	—	—	—	77/100	sol. HNO_3, săruri de NH_4
borură	SrB_6	152,49	n.	3,3	2235	—	crist.	ins.	ins.	ins. HCl; sol. HNO_3
bromat	$Sr(BrO_3)_2 \cdot H_2O$	361,45	inc. gb.	3,773	$-H_2O$, 120	desc. 240	mcl. higr.	33/16	—	—
bromură	$SrBr_2$	247,44	alb	$4,216^{24}$	643	desc.	ace higr.	85,2/0	222,5/100	sol. al., al. amilic
bromură	$SrBr_2 \cdot 6H_2O$	355,53	inc.	$2,358^{18}$	desc. 20	$-6H_2O$, > 180	hex. higr.	204,2/0	∞	ins. et.; sol. al.
carbonat	$SrCO_3$	147,63	inc. sau alb	3,70	1497/60at	$-CO_2$, 1340	romb. sau pulb. *n* 1,516; 1,664; 1,666	0,0011/18	0,065/100	0,12 CO_2 aq; sol. ac., săruri NH_4

carbură	SrC_2	111,64	n.	3,2	—	—	tetr.	desc.	desc.	desc. ac.
cianură	$Sr(CN)_2 \cdot 4H_2O$	211,72	alb	—	desc.	—	romb. delic.	sol.	—	—
clorat	$Sr(ClO_3)_2$	254,52	inc. sau alb	3,152	120 desc.	—	romb. sau pulb. n 1,516; 1,605; 1,626	174,9/18	sol.	ins. al. abs.; sol. al.
clorat	$Sr(ClO_3)_2 \cdot 8H_2O$	398,65	alb	—	—	—	ace	sol.	sol.	sol. al.
perclorat	$Sr(ClO_4)_2$	286,52	inc.	—	—	—	crist.	310/25	sol.	212 CH_3OH; 1,81 al; ins. et.
clorofluorură	$SrCl_2 \cdot SrF_2$	284,14	—	4,18	962	—	tetr. n 1,651; 1,627	desc.	desc.	ins. al.; sol. HCl conc., HNO_3
clorură	$SrCl_2$	158,53	inc.	3,052	873	—	cub. $n < 1,6$	43,5/0	100,8/100	ins. NH_3; g. sol. act., al. abs.
clorură	$SrCl_2 \cdot 2H_2O$	194,56	—	$2,6715^{25}$	—	—	foițe transparente	—		—
clorură	$SrCl_2 \cdot 6H_2O$	266,62	inc.	1,93	$-4H_2O$, 60	$-6H_2O$, 100	trig. n 1,536; 1,487	106,2/0	205,8/40	3,8/6 al.
cromat	$SrCrO_4$	203,61	gb.	$3,895^{15}$	—	—	mcl.	0,12/15	3/100	sol. acet., HCl, HNO_3, săruri NH_4
ferocianură	$Sr_2Fe(CN)_6 \cdot 15H_2O$	657,42	gb.	—	—	—	mcl.	50	100	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fluorură	SrF_2	125,62	inc. sau alb	4,24	1190	—	cub. sau pulb.	0,011/0	0,012/27	ins. HF; sol. HClc.
fluorosilicat	$SrSiF_6 \cdot 2H_2O$	265,73	—	$2{,}99^{17{,}5}$ desc.	desc.	—	mcl.	3,2/15	sol.	0,065/15 al. 50%; sol. HCl
formiat	$Sr(CHO_2)_2$	177,66	—	2,69	71,9	—	romb. *n* 1,559; 1,547; 1,598	sol.	sol.	—
formiat	$Sr(CHO_2)_2 \cdot 2H_2O$	213,69	inc.	2,695	desc.	—	romb. *n* 1,484; 1,521; 1,538	sol.	sol.	—
hidrogen ortofosfat *(sec)*	$SrHPO_4$	183,60	inc.	$3{,}544^{15}$	—	—	romb.	ins.	ins.	sol. ac., săruri NH_4
glicerofosfat	$SrC_3H_7O_6P$	257,68	alb	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	ins. al.
hidroxid	$Sr(OH)_2$	121,63	alb	3,625	3,75	—	delic.	0,41/0	21,83/100	sol. ac., NH_4Cl
hidroxid	$Sr(OH)_2 \cdot 8H_2O$	265,76	inc.	1,90	$-8H_2O$, 100	—	tetr. delic. *n* 1,499; 1,476	0,90/0	47,71/100	ins. act.; sol. ac., NH_4Cl
iodat	$Sr(IO_3)_2$	437,43	—	$5{,}045^{15}$	—	—	tricl.	0,03/15	0,8/100	—
iodură	SrI_2	341,43	inc.	$4{,}549^{25}$	402	desc.	pl.	165,3/0	383/100	3,1/40, 4,3/390 al. abs.
iodură	$SrI_2 \cdot 6H_2O$	449,52	inc. gb.	4,415	—	—	hex. delic.	448,9/0	∞	ins. et.; sol. al.

lactat	$Sr(C_3H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$	319,81	alb	—	—	—	crist. sau pulb. gran.	25	200/100	g. sol. al.
permanganat	$Sr(MnO_4)_2 \cdot 3H_2O$	379,54	purpuriu	2,75	desc. 175	—	cub.	270/0	291/18	—
molibdat	$SrMoO_4$	247,56	—	4,145	—	—	tetr.	0,0104/17	—	sol. ac.
nitrat	$Sr(NO_3)_2$	211,63	inc.	2,986	570	—	cub. n 1,567	40,1/0	100/90	0,012 al. abs.; sol. NH_3; g. sol. act.
nitrat	$Sr(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	283,69	alb	2,2	—	—	mcl.	60,43/0	206,5/100	ins. HNO_3; g. sol. al. abs.
nitrit	$Sr(NO_2)_2 \cdot H_2O$	197,65	—	$2{,}408^{0}_{0}$	$-H_2O$, >100	desc. 240	hex.	58,9/0	182/100	0,42/20 al. 90%
oxalat	$SrC_2O_4 \cdot H_2O$	193,65	inc.	—	$-H_2O$, 150	—	—	0,0051/18	5/100	sol. HCl, HNO_3
oxid	SrO	103,62	cşiu. alb	4,7	2430	—	cub.	desc. la $Sr(OH)_2$	—	ins. et., act.; g. sol. al.
peroxid	SrO_2	119,62	alb	4,56	desc.	—	pulb.	0,008/20	desc.	ins. act.; sol. al., NH_4Cl
peroxid	$SrO_2 \cdot 8H_2O$	263,74	inc.	1,951	$-8H_2O$, 100	desc.	crist.	0,018/20	desc.	ins. NH_4OH; sol. al., NH_4Cl
salicilat	$Sr(C_7H_5O_3)_2 \cdot 2H_2O$	397,88	inc.	—	desc.	—	crist.	5,6/25	28,6/100	1,5/25, 9,5/78 al.
seleniat	$SrSeO_4$	230,58	—	4,23	—	—	romb.	ins.	ins.	ins. HNO_3; sol. HCl.c.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
metasilicat	$SrSiO_3$	163,70	inc.	3,65	1580	—	pr. n 1,618	ins.	ins.	—
sulfat (celestină)	$SrSO_4$	183,68	inc.	3,96	1580 desc.	desc.	romb. n 1,622; 1,624; 1,631	0,0113/0	0,0114/30	ins. H_2SO_4 dil., al.; g. sol.ac.
hidrogen sulfat (acid)	$Sr(HSO_4)_2$	281,76	inc.	—	desc.	—	—	desc.	—	14/70 H_2SO_4
sulfură	SrS	119,68	cșiu desc.	$3,70^{15}$	—	—	cub.	sol. desc.	—	ins.act.; sol. ac., al.
hidrogensulfură (acidă)	$Sr(HS)_2$	153,76	—	—	desc.	—	crist.	sol.	desc.	—
tetrasulfură	$SrS_4 \cdot 6H_2O$	323,97	rș.	—	25	—	crist.	sol.	—	sol. al.
sulfit	$SrSO_3$	167,68	inc.	—	desc.	—	crist.	0,0033/17	—	sol. ac., H_2SO_4
tartrat	$SrC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$	307,75	—	1,996	—	—	mcl.	0,112/0	0,755/85	—
tiocianat	$Sr(SCN)_2 \cdot 3H_2O$	257,83	—	—	$-3H_2O$, 100	desc. 160...170	delic.	sol.	—	sol. al.
ditiocianat	$SrS_2O_6 \cdot 4H_2O$	319,81	—	2,373	$-4H_2O$, 78	—	trig. n 1,530; 1,525	22/16	67/100	ins. al.
tiosulfat	$SrS_2O_3 \cdot 5H_2O$	289,82	—	$2,17^{17}$	$-4H_2O$, 100	—	ace mcl.	25/13	57/100	ins. al.
wolframat	$SrWO_4$	335,47	—	6,187	desc.	—	tetr.	0,14	—	ins. al.; desc. ac.

Sulf $Z = 16$ valență II, IV, VI	S_8 (α) romb.	256,51	gb.	2,07; liq. 1,803	112,8; tr. mcl. 95,3	444,6	romb. *n* 1,957	ins.	ins.	23/0 CS_2; g. sol. al., bz., et.; sol. tol.
sulf	S_8 (β) mcl.	256,51	gb. desc.	1,96	119,25	444,6	mcl. *n* 2,038	ins.	ins.	70 CS_2; sol. al., bz.
sulf	S_8 (γ) am.	256,51	gb. desc.	1,92; $1,9556^0$	aprox. 120	444,6	am.	ins.	ins.	ins. CS_2
bromodiclorură de tiofosforil	$PSBrCl_2$	213,85	gb.	liq. $2,12^0$	−30	150 desc.	liq.	desc.	—	—
dibromoclorură de tiofosforil	$PSBr_2Cl$	258,31	vd. desc.	liq. $2,48^0$	−60	95/60	liq. fum.	desc.	—	—
monobromură (protobromură)	S_2Br_2	223,95	rș.	2,635	−40	54/0,2	liq. *n* 1,730	desc.	desc.	sol. CS_2
bromură de tiofosforil	$PSBr_3$	302,76	gb.	$2,85^{17}$	38	desc. 175	cub.	desc.	—	sol. CS_2, et., PCl_3
bromură de tiofosforil	$PSBr_3 \cdot H_2O$	320,78	gb.	$2,794^{18}$	35	—	crist.	—	—	—
clorsulfonic, acid	$ClSO_3H$	116,52	inc.	1,77	−80	156	liq. fum.	desc.	—	desc. al., ac.
clorofluorură de tionil	$SOClF$	102,51	—	—	−139,5	12,2	gaz —	—	—	—
clorofluorură de sulfuril	SO_2ClF	118,51	inc.	—	−124,7	7,1	gaz	desc.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
monoclorură (protoclorură)	S_2Cl_2	135,03	rş.	1,678	−80	135,6	liq. n $1{,}666^{14}$	desc.	desc.	sol. CS_2, bz., et.
diclorură	SCl_2	102,97	rş. închis	$1{,}621_{15}^{15}$	−78	59	liq. n $1{,}557^{11}$	desc.	desc.	desc. al. et.; sol. bz., CCl_4
tetraclorură	SCl_4	173,88	gb. br.	—	−30	desc. −15	liq.	desc.	desc.	—
clorură de sulfuril	$S_2O_5Cl_2$	215,03	inc.	liq. $1{,}818_4^{21}$	−39... −37	140	liq. n $1{,}449^{19}$	desc.	desc.	desc. ac.
clorură de tiocarbonil (tiofosgen)	$CSCl_2$	114,98	rş. gb.	$1{,}509^{15}$	—	73,5	liq. n 1,5442	desc.	—	desc. al.; sol. et.
clorură de tiofosforil	$PSCl_3$	169,40	inc.	liq. 1,635	−35	125	liq. n 1,563 (C)	desc.	—	sol. CS_2. CCl_4, bz.
tetraclorură de tiocarbonil	$CSCl_4$	185,89	gb.	$1{,}712^{13}$	—	146...7	—	—	desc.	—
monofluorură (protofluorură)	S_2F_2	102,12	inc.	liq. $1{,}5^{-100}$	−105,5	−99	gaz	desc.	desc.	desc. KOH
tetrafluorură	SF_4	108,06	—	—	−124	−40	gaz (existenţă probabilă)	desc.	desc.	—
decafluorură	S_2F_{10}	254,11	inc.	$2{,}08_4^0$	C. −92	29	liq.	—	—	desc. baze topite
hexafluorură	SF_6	146,05	inc.	6,50 g/l; liq. 1,91	−56	−63,8 subl.	gaz	g. sol.	g. sol.	g. sol. al.; sol. KOH

fluorură de tiofosforil	PSF_3	120,03	—	—	—	—	gaz	sol.	—	—
hidrură (hidrogen sulfurat)	H_2S	34,08	inc.	$1{,}539^{0}$ g/l	$-82{,}9$	$-61{,}80$	gaz infl. miros caracteristic *n* 1,374 liq.	$437 cm^3/0$	$186 cm^3/40$	$9{,}54 cm^3/20$ al.; sol. CS_2
hidrură (hidrogen disulfurat)	H_2S_2	66,14	gb.	1,376	-88	74,5	ulei *n* 1,885	desc.	—	ins. al.; sol. bz., CS_2
hidrură (hidrogen trisulfurat)	H_2S_3	98,21	gb. luminos	$1{,}496^{15}$	-52	desc. 90	liq.	—	—	—
hidrură (hidrogen pentasulfurat)	H_2S_5	162,34	gb. deschis	$1{,}67^{16}$	desc.	—	ulei	—	—	—
nitrură	S_4N_2	156,27	rş. sau cşiu	$1{,}901^{18}$	11	desc.	liq. sau solid	ins.	—	g. sol. al., CS_2; sol. et.
nitrură	S_4N_4	184,28	port. rş.	$2{,}22^{15}$	179 subl.	expl. 160	mcl.	desc.	—	g. sol. al., et.; sol. CS_2, clf., bz., NH_3
oxibromură (bromură de tionil)	$SOBr_2$	207,88	gb.	$2{,}68^{18}$	$-52 \ldots -50$	138/773; 68/40	crist. liq.	desc.	desc.	sol. bz., clf., CS_2. CCl_4
oxiclorură (clorură de tionil)	$SOCl_2$	118,97	inc. gb.	$1{,}655^{10.4}$	-105	78,8/746	liq. *n* $1{,}527^{10}$	desc.	desc.	desc. ac., al., baze; sol. bz., clf.
oxiclorură (clorură de sulfuril)	SO_2Cl_2	134,97	inc.	1,6674	$-54{,}1$	69,1	liq. *n* 1,444	desc.	desc.	sol. acet., bz.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
monooxitetraclorură	S_2OCl_4	221,94	rş. închis	$1,656^0$	—	60...1	liq.	desc.	desc.	desc. violent al.
trioxitetraclorură	$S_2O_3Cl_4$	253,94	alb	—	57 desc.	—	ace romb. sau pl.	desc.	desc.	desc. al.
monoxid	SO (sau S_2O_2)	48,06	inc.	—	desc.	desc.	gaz	desc.	—	—
sesquioxid	S_2O_3	112,13	albst.-vd.	—	desc. 70...95	—	crist.	desc.	desc.	sol. H_2SO_4, fumans
bioxid	SO_2	64,06	inc.	2,927g/l; liq. 1,434	−75,46	−10,0	gaz. sau liq. miros sufocant *n* 1,410 liq.	22,8/0	0,58/90	sol. al., H_2SO_4 acet.
trioxid (α)	SO_3	80,06	inc	2,75; liq. $1,925^{13}$	16,83	44,8	crist. sau liq. *n* 1,4097	desc.	desc.	formează H_2SO_4 fumans
trioxid (β)	$(SO_3)_2$	160,12	—	liq. 1,97	62,2; 32,2/398	44,6 (subl. 50)	ace fibroase mătăsoase	desc.	desc.	—
heptoxid (sau peroxid)	S_2O_7	176,12	—	—	0	subl. 10	liq. vîscos sau ace (existență probabilă)	desc.	desc.	sol. H_2SO_4
tetroxid (sau peroxid)	SO_4	96,06	alb	—	0...3 desc.	—	solid	sol. desc.	—	desc. H_2SO_4 dil.
oxifluorură (fluorură de tionil)	SOF_2	86,06	inc.	2,93	−110	−30	gaz	desc.	desc.	sol. et., bz., clf., act., $AsCl_3$

oxifluorură (fluorură de sulfuril)	SO_2F_2	102,06	inc.	3,72 g/l	−120	−52	gaz	10/9	—	g. sol. baze; sol. al.
sulfuric, acid	H_2SO_4	98,08	inc.	1,834	10,49	330 (98,3%) desc.	liq. uleios sau crist. hex.; *n* 1,429	∞ se degajă la încălzire	∞	desc. al.; miscibil solv. org.
sulfuric, acid	$H_2SO_4 \cdot H_2O$	116,09	inc.	1,788	8,62	290	liq. sau pr. mcl.; *n* 1,438	∞	∞	desc. al.
sulfuric, acid	$H_2SO_4 \cdot 2H_2O$	134,11	inc.	$1,650^{0}$	−38,9	167	liq., *n* 1,405	∞	∞	desc. al., et.
sulfuric, acid	$H_2SO_4 \cdot 4H_2O$	170,14	—	—	−24,5	—	—	∞	∞	desc. al., et.
pirosulfuric, acid	$H_2S_2O_7$	178,14	inc.	1,9	35	desc.	crist. higr.	desc.	desc.	desc. al.
monopersulfuric, acid (acidul lui Caro)	H_2SO_5	114,08	alb	—	45 desc.	—	crist.	desc.	desc.	sol. H_3PO_4
persulfuric, acid	$H_2S_2O_8$	194,14	—	—	65 desc.	desc	crist. higr.	desc.	desc.	sol. al., et., H_2SO_4
sulfuros, acid	H_2SO_3	82,08	—	—	—	—	numai în slţie	sol.	—	sol. al., et., acet.
izotiocianic, acid	HSCN(HNCS)	59,09	inc.	—	>-10 desc.	—	gaz	sol.	—	sol. al., et., bz.
tiocianogen	$(SCN)_2$	116,16	gb.	—	−2...−3 desc.	—	liq. sau s.	desc.	—	sol. al., et., CS_2, CCl_4
tiofosforilamidă	$PS(NH_2)_3$	111,11	gb. alb	$1,7^{13}$	desc. 200	—	am.	g. sol.	desc.	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tiosulfuric, acid	$H_2S_2O_3$	114,14	—	—	—	—	numai în slție	sol.	—	—
Taliu $Z=81$ valență I, III	Tl	204,37	albst. alb	11,85	302	1457±10	tetr. met.	ins.	ins.	g. sol. HCl; sol. HNO_3; H_2SO_4
acetat	$TlC_2H_3O_2$	263,42	alb	3,68	110	—	crist. mătăsoase delic.	sol.	—	sol. al.
azotură	TlN_3	246,39	gb.	—	334	—	—	g. sol.	—	—
bromat	$TlBrO_3$	332,28	inc.	—	—	—	—	0,35/20	—	—
monobromură	TlBr	284,28	gb. alb	$7,557^{17,3}$	460	815	cub.	0,05/25	0,25/68	ins. HBr, act.; sol. al.
dibromură	Tl_2Br_4(sau $Tl^{I}Tl^{III}Br_4$)	728,38	gb.	—	—	—	ace	desc.	desc.	—
tribromură	$TlBr_3$	444,10	gb.	—	desc.	—	nestab. delic.	sol.	sol.	sol. al.
carbonat	Tl_2CO_3	468,75	inc.	7,11	273	—	mcl.	4,03/15,5	27,2/100	ins. al. abs., et., act.
cianură	TlCN	230,39	—	—	desc.	—	tablete	16,8/28,5	—	—
clorat	$TlClO_3$	287,82	—	$5,047^9$	—	—	—	2/0	57,31/100	—
perclorat	$TlClO_4$	303,82	inc.	4,89	501	desc.	—	20,5/30	167/100	g. sol. al.
monoclorură	TlCl	239,82	inc. sau alb	7,00	430	720 (806)	cub. sau pulb.	0,32/20	1,97/100	ins. ac., NH_4O,al.; g. sol. HCl

sesquiclorură	Tl_4Cl_6(sau Tl^I_3 ($Tl^{III}Cl_6$)	1030,20	gb.	5,9	400...500	desc.	hex. sau pulb.	0,26/15	1,9/100	—
triclorură	$TlCl_3$	310,73	—	—	25	desc.	pl. hex.	sol.	—	—
triclorură	$TlCl_3 \cdot H_2O$	328,74	—	—	$-H_2O$, 60	desc. 100	—	sol.	desc.	—
triclorură	$TlCl_3 \cdot 4H_2O$	382,79	inc.	—	37	—	ace	86,2/17	desc.	sol. al., et.
cloroplatinat	Tl_2PtCl_6	816,55	port. desc.	$5{,}76^{17}$	—	—	crist.	0,0064/15	0,05/100	—
cromat	Tl_2CrO_4	524,73	gb.	—	—	—	—	0,03/60	0,2/100	ins. acet.; g. sol. ac., baze
bicromat	$Tl_2Cr_2O_7$	624,73	rș.	—	—	—	crist.	ins.	—	desc. ac.
etoxid	$[TlOC_2H_5]_4$	997,73	inc.	3,522	−3	desc. 80	liq.	sol. desc.	—	9,11/25 al.; ins. NH_3 liq.; sol. bz.
trietil taliu	$Tl(C_2H_5)_3$	291,56	gb.	$1{,}957^{23}_{23}$	−63	192	liq.	—	—	—
ferocianură	$Tl_4Fe(CN)_6 \cdot 2H_2O$	1065,46	gb.	4,641	—	—	tricl.	0,37/18	3,93/101	—
fluorogalat	$Tl_2[GaF_5H_2O]$	591,47	inc.	6,44	—	—	crist. or. n 1,645	sol.	—	—
fluorosilicat	$Tl_2SiF_6 \cdot 2H_2O$	586,85	—	—	—	—	pl. hex.	sol.	—	—
monofluorură	TlF	223,37	inc.	—	—	300	cub. oct.	78,6/15	sol.	g. sol. al.
trifluorură	TlF_3	261,37	vd. măsliniu	—	—	—	—	desc.	—	ins. HCl r.
ortofosfat	Tl_3PO_4	708,08	inc.	6,89	—	—	ace	0,5/15	0,67/100	ins. al.; sol. săruri de NH_4

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ortofosfat acid	TlH_2PO_4	301,36	—	4,723	aprox. 190	—	mcl.	g. sol.	g. sol.	ins. al.
pirofosfat	$Tl_4P_2O_7$	991,42	—	$6{,}786^{20}$	> 120	—	pr. mcl.	40	—	—
hidroxid	$TlOH$	221,38	gb. deschis	—	—	desc. 139	ace	25,9/0	52/40; 148/100	sol. al.
monoiodură	TlI	331,27	rş. gb.	7,09	440	824	cub.; romb.	0,0064/20	0,120/100	ins. KI.; g. sol. al.; sol. HNO_3, aq. reg.
triiodură	TlI_3	585,08	br.	—	—	—	ace	—	—	sol. al., et.
metoxid	$TlOCH_3$	235,40	alb	—	desc. > 120	—	pulb. crist.	sol. desc.	—	1,70/25 CH_3OH; 3,16/25 bz.
miristat	$TlC_{14}H_{27}O_2$	431,74	alb	—	120...3	—	pulb.	—	—	0,52/25 al. 50%
nitrat (α)	$TlNO_3$	266,37	—	—	206	430	cub.	9,55/20	413/100	ins. al.; sol. act.
nitrat (β)	$TlNO_3$	266,37	—	—	tr. 145 α	—	trig.	—	—	—
nitrat (γ)	$TlNO_3$	266,37	—	$5{,}556^{21,4}$	tr. 75 β	—	romb. n_α 1,817	3,91/0	414/100	ins. al.; sol. act.
nitrat	$Tl(NO_3)_3$	390,38	—	—	—	—	crist.	sol.	—	—
nitrat	$Tl(NO_3)_3 \cdot 3H_2O$	444,43	inc.	—	desc. 100	—	romb. delic.	desc.	desc.	—

nitrat de argint și-	$TlNO_3 \cdot AgNO_3$	436,25	alb	—	75	—	pulb. crist.	sol.	sol.	—
oleat	$TlC_{18}H_{33}O_2$	485,83	alb	—	131...3	—	crist.	0,05/15	0,3/80	1,75/15, 3,05/25 al.
oxalat	$Tl_2C_2O_4$	496,75	—	6,31	—	—	pr. mcl.	1,48/15	9,02/100	—
oxid	Tl_2O	424,74	n.	—	300	1080/600; −0,1865	delic.	sol-desc.	TlOH	sol. ac., al.
oxid	Tl_2O_3	456,74	n. br.	am. $9,65^{21}$ hex. $10,19^{22}$	717±5	−20,875	hex. am.	ins.	ins.	ins. baze, sol. ac.
palmitat	$TlC_{16}H_{31}O_2$	459,79	—	—	115...7	—	ace crist.	0,01/15	0,07/60	0,20/15, 1,04/45 al.
fenoxid	$TlOC_6H_5$	297,48	alb	—	233...5	—	crist.	desc.	—	g. sol. lig.; sol. bzc., py.
picrat	$TlC_6H_2N_3O_7$	432,47	rș. sau gb.	rș. $3,164^{17}$ gb. $2,993^{17}$	expl. 273...5	—	mcl. sau tricl.	0,135/0	2,43/70	0,40 CH_3OH
selenat	Tl_2SeO_4	551,70	—	6,875	> 400	—	ace romb. *n* 1,949; 1,959; 1,964	2,13/10	8,5/80	ins. al., et.
selenură	Tl_2Se	487,70	cșiu.	—	340	—	foițe	ins.	—	ins. ac.
stearat	$TlC_{18}H_{35}O_2$	487,85	—	—	119	—	ace	0,005/15	0,095/75	0,18/16, 0,60/60al.
sulfat	Tl_2SO_4	504,80	inc.	6,77	632	desc.	romb. *n* 1,860; 1,867; 1,885	4,87/20	15,57/99,7	—
hidrogen sulfat (acid)	$TlHSO_4$	301,44	—	—	120 desc.	—	—	—	—	g. sol. H_2SO_4 dil.

1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11
sulfat	$Tl_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$	823,03	inc.	—	$-6H_2O$, 220	desc.	foițe	desc.	—	sol. H_2SO_4 dil.
sulfit	Tl_2SO_3	488,80	—	6,427	—	—	crist.	3,34/15	sol.	ins. al.
sulfură	Tl_2S	440,80	albast. n.	8,0	443	desc.	tetr.	0,02/20	g. sol.	ins. baze, act.; sol. ac.
sulfură	Tl_2S_3	504,93	n.	—	260	desc.	am.	ins.	ins.	sol. H_2SO_4c.
metatelurat	Tl_2TeO_4	600,34	alb	5,712; $6,760^{17,6}$	incandescent	—	pp. greu	g. sol.	g. sol.	—
tiocianat (rodanură)	TlSCN	262,45	inc.	—	—	—	tetr.	0,315/20	0,727/40	ins. al.
ditionat	$Tl_2S_2O_6$	568,86	—	5,57	desc.	—	mcl.	41,8/19	—	—
pirovanadat	$Tl_4V_2O_7$	1031,36	—	$8,21^{19}$	454	—	—	0,2/14	0,26/100	—
metavanadat	$TlVO_3$	303,31	cșiu	$6,09^{17}$	424	—	crist.	0,087/11	0,21/100	—
Tantal $Z = 73$ valență II, III, IV, V	Ta	180,948	cșiu. n. sau n.	met. 16,6 pulb. 14,491	2996±50	aprox. 4100	cub. sau pulb. met.	ins.	ins.	ins. ac.; sol. HF, baze topite
borură	TaB_2	202,57	—	12,38	3000	—	—	—	—	—
bromură	$TaBr_5$	580,49	gb.	4,67	240	348,8	crist.	desc.	desc.	sol. al. abs., et.
carbură	TaC	192,96	n.	14,65	3880	5500	cub.	ins.	ins.	g. sol. H_2SO_4, HF

clorură	$TaCl_5$	358,21	gb. deschis	$3,68^{27}$	221	239,3	pulb. crist.	desc.	—	sol. al. abs., H_2SO_4
fluorură	TaF_5	275,94	inc.	4,74	96,8	229,5	tetr.	sol.	—	sol. HF
nitrură	TaN	194,95	br. sau n.	16,30	3440	—	hex.	ins.	ins.	g. sol. aq. reg., HF HNO_3,
tetraoxid	Ta_2O_4 (sau TaO_2)	425,89	cșiu închis	—	oxidează	—	pulb.	ins.	—	ins. ac.
pentoxid	Ta_2O_5	441,89	inc.	$8,735^{61,2}$	1470 desc.	—	romb.	ins.	ins.	ins. ac.; sol. $KHSO_4$ topit
pentoxid (tantalic, acid)	$Ta_2O_5 \cdot xH_2O$	—	inc.	—	—	—	gel.	sol.	—	ins. ac.; sol. exces HNO_3 conc., baze
sulfură	Ta_2S_4(sau TaS_2)	490,15	n.	—	desc. > 1300	—	pulb. sau crist.	ins.	ins.	ins. HCl; g. sol. HF + + HNO_3
Telur $Z = 52$ valență II, IV, VI	Te_2	255,20	alb argintiu	6,25	452	1390	rmbdr. met. n 1,0025	ins.	ins.	sol. H_2SO_4, HNO_3, aq. reg., KCN, KOH; ins. HCl, CS_2
telur	Te_2	255,20	br. n.	6,00	452	1390	am. n 1,0025	ins.	ins.	ins. HCl, CS_2; sol. H_2SO_4, HNO_3, aq. reg., KCN, KOH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
dibromură	$TeBr_2$	287,42	cșiu vd. oțel	—	210 (280)	339	ace instab.	desc.	—	desc. NaOH; g. sol. ac. min., ac. tartric
tetrabromură	$TeBr_4$	447,24	port.	$4,31_4^{15}$	380 ± 6	421	crist.	g. sol. desc.	desc.	sol. ac. min., ac. tartric, NaOH
bromură (α) de dimetil telur	$C_2H_6Br_2Te$	317,49	port.	—	142 desc.	—	crist. asemenea foițelor	—	—	sol. al., et.
di-*n*-butil telur	$(C_4H_9)_2Te$	241,83	gb.	$1,334^{40}$	—	132...5	ulei	—	—	—
diclorură	$TeCl_2$	198,51	n.	7,05	209 ± 5 (175)	327	crist. sau am. instab.	desc.	desc.	g. sol. ac. min., ac. tartric; desc. NaOH
tetraclorură	$TeCl_4$	269,41	alb gb.	3,26; liq. $2,559^{232}$	224 (214)	390	crist. delic.	sol. desc.	sol. desc.	ins. CS_2; sol. HCl, bz., al., clf., CCl_4
clorură (α) de dimetil telur	$C_2H_6Cl_2Te$	228,58	—	—	92	—	crist. asemenea foițelor	sol.	sol.	sol. al., et.
clorură (β) de dimetil telur	$C_2H_6Cl_2Te$	228,58	—	—	134	—	idem	—	—	sol. al., et.

dietil telur	$(C_2H_5)_2Te$	185,72	—	—	—	137...8	—	g. sol.	—	—
etil-metil-telur metan	$C_2H_5CTeCH_3$	183,71	gb. închis	1,8711	—	63...6	ulei *n* $1,5055^{25}$	—	—	—
etoxid	$Te(OC_2H_5)_4$	307,85	—	—	20	107... 107,5/5,5	—	—	—	—
di-*p*-fenetil ditelur	$(C_2H_5OC_6H_4)_2Te_2$	497,52	port. br.	1,666	108	desc. > 108	ace	—	—	sol. lig.
tetrafluorură	TeF_4	203,59	alb	—	subl.	—	crist.	desc.	desc.	—
hexafluorură	TeF_6	241,59	inc.	$3,025^{-35,5}$	−36	−35,5	gaz, miros neplăcut *n* 1,0009	desc.	desc.	desc. ac., baze
hidrură (hidrogen telurat)	H_2Te	129,62	inc.	5,81 g/l; liq. $2,57^{-20}$	−51	−4; 0	gaz sau ace	sol. (instabil)	—	sol. al., baze
diiodură	TeI_2	381,41	n.	—	subl.	—	crist. (exist. probabilă)	ins.	ins.	—
tetraiodură	TeI_4	635,22	cșiu.	$8,403^{15}$	259	desc.	crist.	g. sol.	desc.	sol. HI, baze, NH_3 liq.
iodură (α) de dimetil telur	$C_2H_6I_2Te$	411,48	rș.	—	127, desc.	—	crist.	ins.	g. sol.	sol. clf., bz.
dimetil telur	$(CH_3)_2Te$	157,67	gb. desc.	—	solid în aer liq.	82; 94/770	ulei, miros de usturoi	—	—	—
metoxid	$Te(OCH_3)_4$	251,74	—	—	—	123...4	solid	—	—	—
monoxid	TeO	143,60	n.	—	desc.	desc.	am. (existență probabilă)	ins.	ins.	sol. HCl, NaOH, H_2SO_4 dil.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bioxid	TeO_2	159,60	alb	tetr. $5{,}67^{17}$; romb. $5{,}91^{0}$	la roșu	subl. 450	tetr. sau romb. n 2,00; 2,18 (Li); 2,35	0,00067	—	ins. NH_4OH; sol. HCl, HNO_3, baze
trioxid	TeO_3	175,60	α gb.; β cșiu.	α 5,075 β 6,21	desc.	—	α am; β crist.	ins.	ins.	ins. ac., al.; desc. HCl conc. sol. KOHc
sulfit	$TeSO_3$	207,66	rș. intens	—	30 desc. ușor	desc.	am.	desc.	desc. rapid	sol. H_2SO_4
sulfură	TeS_2	191,73	rș. n.	—	—	—	pulb. am. (existență îndoielnică)	ins.	—	ins. ac.; sol. baze, sulfuri
ditelur-metan	CH_2Te_2	269,23	rș. închis	—	desc. 214	—	am.	ins.	ins.	—
ortoteluric acid	$H_6TeO_6 \cdot 4H_2O$ (sau $HTeO_4 \cdot 6H_2O$)	301,71	—	—	$-4H_2O$, 100	—	ace hex.	13,92/0	—	ins. al.; g. sol. ac. tari; sol. baze, ac. dil.
ortoteluric acid	H_6TeO_6	229,64	—	3,053; mcl. 3,071	$-2H_2O$, 140	$-3H_2O$, 300	mcl. sau microcrist. n_α 1,573; n_β 1,578; n_γ 1,630	19,7/0	258,5/100	ins. al.; sol. ac., baze
aloteluric acid, poli-meta-	$(H_2TeO_4)_x$	$(193{,}61)_x$	alb	$3{,}44^{19,2}$	desc. > 160	—	pulb.	g. sol.	sol.	g. sol. KOH; sol. al.

teluros acid	H_2TeO_3	177,61	alb	—	desc. 40	—	flocoane neizolate	0,00067	desc.	ins. al.; g. sol. NH_4OH; sol. NaOH
Terbiu $Z = 65$ valență III, IV	Tb	158,92	—	8,253	1365	2500	—	ins.	ins.	sol. ac.
bromură	$TbBr_3$	398,65	—	—	827	1490	—	sol.	sol.	—
clorură	$TbCl_3$	265,28	inc.	4,35	588	1550	crist.	sol.	sol.	sol. al.
clorură	$TbCl_3 \cdot 6H_2O$	373,38	inc.	—	—	—	crist. higr.	sol.	—	—
fluorură	TbF_3	215,92	inc.	—	1370	2280	crist.	ins.	ins.	ins. ac. dil.
iodură	TbI_3	539,64	—	—	952	> 1300	—	sol.	sol.	—
dimetilfosfat	$Tb[(CH_3)_2PO_4]_3$	534,05	—	—	—	—	—	12,6	—	—
nitrat	$Tb(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	453,03	inc.	—	89,3	—	ace mcl.	sol.	—	—
oxalat	$Tb_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	762,03	alb	2,60	40 $(-H_2O)$	—	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
oxid (terbia)	Tb_2O_3	365,85	alb	—	—	—	crist.	—	—	sol. ac. dil.
peroxid	Tb_4O_7	747,69	br. n.	—	—	—	—	ins.	ins.	sol. ac. conc.
sulfat	$Tb_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	750,16	—	—	$-8H_2O$, 360	—	crist.	3,561/20	2,51/40	—
Titan $Z = 22$ valența II, III, IV	Ti	47,90	cşiu. argintiu	$4{,}5^{20}$	1800	> 3000	α hex. tr. β cub. 800°C	ins.	desc.	sol. ac. dil.

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tetra-*n*-amiloxid	$(n\text{-}C_5H_{11}O)_4Ti$	396,47	—	$0{,}9735^{25}$	—	314; 211/1	liq.; n_D^{35} 1,4813	desc.	desc.	sol. dizolvanți org. nepolari
borură	TiB_2	69,52	—	4,50	2900	—	hex.	—	—	—
dibromură	$TiBr_2$	207,72	n.	—	desc. > 500	—	pulb.	sol. degajare H_2	—	—
tribromură	$TiBr_3 \cdot 6H_2O$	395,72	rș.-v.	—	115/0; desc. 400	—	crist. delic.	sol.	—	sol. al., act.
tetrabromură	$TiBr_4$	367,54	gb. port.	2,6	39	230	delic.	desc.	—	sol. al. abs., et.
tetra-*n*-butoxid	$(n\text{-}C_4H_9O)_4Ti$	340,36	inc.	$1{,}0051^{20}$	−55	310...4 151/1	liq; n_D^{20} 1,4925; n_D^{35} 1,4863	desc.	desc.	sol. dizolvanți org. nepolari
tetra-izo-butoxid	$(i\text{-}C_4H_9O)_4Ti$	340,36	—	$0{,}961^{25}$	—	163/131 141/1	liq. n_D^{54} 1,4749	desc.	desc.	sol. dizolvanți org. nepolari
di-*n*-butoxid diclorura	$(n\text{-}C_4H_9O)_2TiCl_2$	265,04	—	—	—	182/17 130/4	liq.	desc.	desc.	sol.
n-butoxid tri-clorură	$(n\text{-}C_4H_9O)TiCl_3$	227,37	alb	—	67,5...70	124...7/42	crist.	desc.	desc.	sol. dizolvanți org. nepolari
carbură	TiC	59,91	vd. met.	4,93	3140±90	4300	cub.	ins.	ins.	sol. HNO_3, aq. reg.

diclorură	$TiCl_2$	118,81	br. deschis n.	—	subl. în H_2	—	delic.	desc.	—	ins. et., clf., CS_2; sol. al.
triclorură	$TiCl_3$	154,26	v. închis	—	desc. 440	—	delic.	sol.	sol.	ins. et.; sol. al. HCl
tetraclorură	$TiCl_4$	189,71	inc. gb. deschis	liq. 1,726	—30	136,4	liq. *n* 1,61	sol.	desc.	sol. HCl dil., al.
etiltriclorura	$C_2H_5TiCl_3$	183,32	rş.	—	—	—	desc.; liq. sau solid. v.	—	—	—
tetraetoxid	$(C_2H_5O)_4Ti$	228,15	inc.	$1,1044^{25}$	—	236; 104/1	liq; n_D^{20} 1,5085 n_D^{35} 1,5051	desc.	desc.	sol. dizolvanţi org. nepolari
trietoxid clorură	$(C_2H_5O)_3TiCl$	218,54	—	$1,1348^{25}$	—	187	liq.	desc.	desc.	sol. dizolvanţi org. nepolari
dietoxid diclorură	$(C_2H_5O)_2TiCl_2$	208,93	alb	—	45...50	142/18	crist.	desc.	desc.	sol. dizolvanţi organici
etoxid triclorură	$(C_2H_5O)TiCl_3$	199,32	alb	—	80	186...8	crist.	desc.	desc.	sol. dizolvanţi org. nepolari
trifluorură	TiF_3	104,90	rş. purpuriu sau v.	—	—	—	—	rş. sol; v. ins.	—	—
tetrafluorură	TiF_4	123,89	alb	$2,798^{20,5}$	—	284	pulb.	sol. desc.	—	ins. et.; sol. al., H_2SO_4, C_5H_5N

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fosfură	TiP	78,87	cșiu. met.	$3{,}95^{25}$	—	—	—	ins.	ins.	ins. al.
diiodură	TiI_2	301,71	n.	$4{,}3^{20}$	—	—	higr.	desc.	—	desc. baze; sol. HF conc., HCl
tetraiodură	TiI_4	555,52	rș.	—	150	>360	cub.	sol.	desc.	—
tetrametil	$(CH_3)_4Ti$	108,04	—	—	—	—	neizolat, f. reactiv	desc.	desc.	desc.; în et. gb.
trimetil	$(CH_3)_3Ti$	93,01	—	—	—	—	neizolat	desc.	desc.	în slție vd. închis
tetratrimetil siloxil	$[(CH_3)_3SiO]_4Ti$	404,66	inc.	$0{,}9078^{20}$	—	110/10 69—74/1	liq. mobil n_D^{20} 1,4278; n_D^{22} 1,4300	desc.	—	—
dimetil diclorură	$(CH_3)_2TiCl_2$	148,88	n.	—	—	—	crist.	desc.	—	slție hexan; gb.; desc.
metil triclorură	CH_3TiCl_3	169,29	v. închis liq. gb.	—	28—9	120 extrapolat	—	—	—	slții gb.; catalizator de polimerizare
tetrametoxid	$(CH_3O)_4Ti$	172,04	alb	—	209...10	243/91 40/1	solid	desc.	—	sol. dizolvanți org. nepolari; g. sol. met.

nitrură	TiN	61,91	gb. bronz	5,43	2950	—	cub.	ins.	ins.	g. sol. aq. reg. c + + HF
oxalat	$Ti_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	539,98	gb.	—	—	—	pr.	sol.	sol.	ins. al., et.
monoxid	TiO	63,90	n.	4,93	1750	—	pr.	—	—	ins. HNO_3; sol. H_2SO_4 dil.
sesquioxid	Ti_2O_3	143,80	v.n.	4,6	2130; desc.	—	trig.	ins.	ins.	ins. HCl, HNO_3; sol. H_2SO_4
bioxid (brookit)	TiO_2	79,90	—	4,17	—	—	romb. *n* 2,583; 2,586; 2,741	ins.	ins.	ins. ac.; sol. baze, H_2SO_4
bioxid (anastas, octahedrit)	TiO_2	79,90	br. n.	3,84	—	—	tetr. *n* 2,554; 2,493	ins.	ins.	ins. ac.; sol. baze, H_2SO_4
bioxid (rutil)	TiO_2	79,90	albst.	4,26	1640 desc.	—	tetr. *n* 2,616; 2,903	ins.	ins.	ins. ac.; sol. baze, H_2SO_4
bioxid (orto- sau α-titanic acid)	$TiO_2 \cdot xH_2O$ (sau H_4TiO_4)	—	alb	—	desc.	—	—	g. sol.; sol. desc.	—	sol. HCl dil., H_2SO_4 conc., baze
bioxid (meta- sau β-titanic acid)	$TiO_2 \cdot xH_2O$ (sau H_2TiO_3)	—	alb	—	—	—	pulb. am.	ins.	ins.	ins. al., baze. conc., toți ac. afară de H_2SO_4 conc.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oxodipropoxid	$(n\text{-}C_3H_7O)_2TiO$	182,08	gb.	—	100...3	—	pulb.	—	—	sol.
diciclopentadienil	$(C_5H_5)_2Ti$	178,09	vd. închis	—	—	subl. 120...80 desc. ușoară	solid, desc. la aer	—	—	—
diciclopentadienil dibromură	$(C_5H_5)_2TiBr_2$	337,91	rș. închis	—	309...10 desc.	—	crist.	desc.	—	—
diciclopentadienil diclorură	$(C_5H_5)_2TiCl_2$	249,00	rș. (xilen, clf.)	—	287...	subl. 190/2	crist.	desc.	—	sol. dizolvanți org. nepolari
ciclopentadienil triclorură	$(C_5H_5)TiCl_3$	219,35	port. (xilen)	—	145...7 desc.	—	crist. (xilen) desc. la aer și lumină	desc.	—	—
diciclopentadienil diiodură	$(C_5H_5)_2TiI_2$	431,90	rș. n.	—	317...8 desc.	—	crist.	desc.	—	—
ciclopentadienil triiodură	$(C_5H_5)TiI_3$	493,71	rș. închis	—	184...6 desc.	—	crist.	—	—	—
diciclopentadienil difenil	$(C_6H_5)_2(C_5H_5)_2Ti$	332,30	gb. port.	—	146...8 desc.	—	crist. desc.	—	—	sol. dizolvanți org. polari
tetra-n-propoxid	$(n\text{-}C_3H_7O)_4Ti$	284,25	inc.	$1{,}0329^{25}$	—	265; 124/0,1	liq.; n_D^{35} 1,4803	desc.	—	sol. dizolvanți org. nepolari

tetraizopropoxid	$(i\text{-}C_3H_7O)_4Ti$	284,25	inc.	$0{,}9711^{20}$	20	230/740 58/1	liq. n_D^{20} 1,4678	desc.	—	sol. dizolvanți org. nepolari
triizopropoxid fenil	$(i\text{-}C_3H_7O)_3(C_6H_5)Ti$	302,27	alb	—	88...90	desc. 100...20	crist.	—	—	—
sulfat	$Ti_2(SO_4)_3$	383,98	vd.	—	—	—	crist. delic.	ins.	ins.	ins. al., et., H_2SO_4 conc; sol. ac. dil.
sulfat bazic (sulfat de titanil)	$TiOSO_4$	159,96	alb sau gb. deschis	—	—	—	pulb.	desc.	—	—
monosulfură	TiS	79,96	rș.	—	—	—	solid	ins.	—	ins. HCl, HF, H_2SO_4 dil; sol. H_2SO_4 conc.
sesquisulfură	Ti_2S_3	191,99	cșiu. n.	—	—	—	crist.	ins.	ins.	ins. HCl dil. H_2SO_4 dil.; sol. H_2SO_4 conc., HNO_3
sulfură	TiS_2	112,03	gb.	—	—	—	solzi	ușor hidrat	desc. în aburi	desc. HCl; sol. HNO_3 dil., H_2SO_4
Toriu $Z = 90$ **valență IV**	Th	232,04	cșiu.	11,2	1845	4500	cub. radioactiv	ins.	ins.	g. sol. HNO_3; sol. HCl, H_2SO_4, aq. reg.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
borură	ThB_4	275,28	—	8,45	—	—	pr. tetr.	ins.	ins.	sol. HNO_3,HCl, H_2SO_4 c.
borură	ThB_6	296,90	albst. met.	$6,4^{15}$	2195	—	cub.	ins.	ins.	ins. H_2SO_4, HCl, HF, baze; sol. HNO_3
bromură	$ThBr_4$	551,67	inc.	5,67	—	subl. 610	crist.	sol.	sol.	—
carbonat	$Th(CO_3)_2$	352,06	—	—	—	—	existență probabilă	ins.	desc.	ins. CO_2 aq.; sol. Na_2CO_3 conc.
carbură	ThC_2	256,06	gb.	8,96	2773; se aprinde	5000	tetr.	desc.	—	g. sol. ac. conc.
cianoplatinit	$Th[Pt(CN)_4]_2 \cdot 16H_2O$	1118,61	gb. vd.	2,460	—	—	romb.	g. sol.	sol.	—
clorură	$ThCl_4$	373,85	alb	4,59	820; subl. 720...50	desc. 1100	romb. delic.	sol.	sol.	sol. KCl, al., et., ac.
fluorură	ThF_4	308,03	alb	—	incandescent	—	pulb. cub.	—	—	ins. H_2SO_4 conc.; sol. H_2SO_4 dil., HCl
fluorură	$ThF_4 \cdot 4H_2O$	380,09	—	—	$-H_2O$, 100	$-2H_2O$ 140...200	crist.	0,017/25	—	ins. HF

ortofosfat	$Th_3(PO_4)_4 \cdot 4H_2O$	1148,06	alb	—	—	—	gel	ins.	ins.	ins. ac.; sol. HCl 30%
metafosfat	$Th(PO_3)_4$	547,93	inc.	$4{,}03^{16.1}$	—	—	pl. romb.	—	—	—
hipofosfat	$ThP_2O_6 \cdot 11H_2O$	588,15	alb	—	—	—	pp. am.	ins.	ins.	ins. ac., baze
hidroxid	$Th(OH)_4$	300,07	alb	—	desc.	—	gel	ins.	ins.	ins. baze, $H_2C_2O_4$, HF; sol. ac.
hidrură	ThH_2	234,05	n. sau met.	8,24	desc.	—	tetr.	—	—	—
hidrură	Th_4H_{15}	943,27	n. sau met.	8,24	desc.	—	cub.	reacționează	reacționează	—
iodură	ThI_4	739,66	—	—	desc.	—	—	sol.	—	—
nitrat	$Th(NO_3)_4$	480,06	—	—	desc. 500	—	pl. delic.	sol.	—	sol. al.
nitrat	$Th(NO_3)_4 \cdot 4H_2O$	552,12	inc.	—	se umflă	—	—	sol.	—	sol. al.
nitrat	$Th(NO_3)_4 \cdot 12H_2O$	696,24	inc.	—	desc.	—	foițe delic.	sol.	—	sol. al., ac.
oxalat	$Th(C_2O_4)_2$	408,06	alb	$4{,}637^{16}$	desc.	—	crist.	ins.	ins.	g. sol. ac.; sol. $(NH_4)_2C_2O_4$ + aq. c.
oxalat	$Th(C_2O_4)_2 \cdot 6H_2O$	516,15	alb	—	—	—	pulb. am.	ins.	—	ins. HNO_3; sol. Na_2CO_3, $(NH_4)_2C_2O_4$, slție.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
oxid (torianită)	ThO_2	264,04	alb	10,03	3050	4400	cub. *n* 2,20 (liq.)	ins.	ins.	ins. baze, ac. dil.; sol. H_2SO_4 c
oxisulfură	ThOS	280,10	gb.	$6,44^0$	desc.	—	crist.	ins.	—	g. sol. HNO_3; sol. aq. reg.
pentandionat acetilacetonat	$Th(C_5H_7O_2)_4$	628,48	inc.	—	171; subl. 160/10	260... 70/10	crist.	g. sol.	–	sol. al., clf., et.
picrat	$Th(C_6H_2N_3O_7)_4 \cdot 10H_2O$	1324,59	—	—	—	—	—	0,305/25	—	—
ortosilicat (torită)	$ThSiO_4$	324,12	inc.	5,3	—	—	tetr.	g. sol.	—	—
sulfat	$Th(SO_4)_2$	424,16	alb	$4,225^{17}$	—	—	crist.	sol.	sol.	sol. $NH_4C_3H_3O_2$
sulfat	$Th(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$	496,22	alb	—	—	—	ace sau pulb. crist.	9,41/17 (anh.)	2,54/50 (anh.)	—
sulfat	$Th(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	532,25	—	—	—	—	—	1,5/0; 1,63/15	3,85/45; 6,64/60;	—
sulfat	$Th(SO_4)_2 \cdot 8H_2O$	568,28	—	—	$-4H_2O$, 42	—	pr. mcl.	1/0; 1,85/25	3,71/44	—
sulfat	$Th(SO_4)_2 \cdot 9H_2O$	586,30	alb	2,77	$-9H_2O$, 400	—	mcl.	0,74/0; 1,57/20	6,76/55	sol. HCl, HNO_3

sulfură	ThS_2	296,17	br. gb.	6,80	desc.	—	crist.	ins.	ins.	g. sol. ac.; sol. aq. reg. c.
pirovanadat	$ThV_2O_7 \cdot 6H_2O$	554,01	gb.	—	—	—	—	ins.	ins.	sol. ac. conc.
Tuliu Z = 6 valență III	Tm	168,93	—	9,318	1550... 1650	2100	—	ins.	ins.	sol. al.
bromură	$TmBr_3$	408,66	—	—	952	1440	—	sol.	sol.	—
clorură	$TmCl_3$	275,29	—	—	831	1490	—	sol.	sol.	—
clorură	$TmCl_3 \cdot 7H_2O$	401,40	vd.	—	—	—	crist.	sol.	—	sol. al.
fluorură	TmF_3	225,93	—	—	1340	> 2200	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
iodură	TmI_3	549,65	—	—	1015	1260	—	sol.	sol.	—
oxalat	$Tm_2(C_2O_4)_3 \cdot 5H_2O$	691,97	alb	—	$-H_2O$, 50	—	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
oxalat	$Tm_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O$	709,99	alb vd.	—	—	—	pp.	—	—	sol. slție oxalați alcalini
oxid (tulia)	Tm_2O_3	385,87	vd. alb	—	—	—	pulb.	—	—	sol. ac. min.
Uraniu $Z = 92$ valență III, IV, V, VI	U	238,03	alb argintiu sau n.	18,7	aprox. 1133	arde	radioactiv	ins.	ins.	ins. baze, al.; sol. ac.
borură	UB	248,84	—	12,70	2365	—	hex.	—	—	—
tribromură	UBr_3	477,76	br. închis	—	—	volat.	ace higr.	sol.	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tetrabromură	UBr_4	557,67	br.	$4{,}84_4^{21}$	—	volat.	foițe delic.	sol.	sol.	ins. al., et.; sol. act.
carbură	UC_2	262,05	cșiu.	$11{,}28^{18}$	2260	4100	crist.	desc.	desc.	sol. ac.
triclorură	UCl_3	344,39	rș. închis	$5{,}44_4^{25}$	—	—	ace higr.	sol.	desc.	sol. HCl, NH_4Cl, act., ac.
tetraclorură	UCl_4	379,84	vd. cșiu. închis	$4{,}725_4^{25}$	subl.	618	cub. oct. delic.	sol.	desc.	ins. et.; sol. al., ac. benzoic, acet., NH_4Cl
tetrafluorură	UF_4	314,02	vd.	—	aprox. 1000	—	pulb. am.	ins.	—	ins. ac. dil., baze; sol. ac. conc.
pentaclorură	UCl_5	415,30	vd. cșiu. închis	—	desc. 120	—	ace delic.	desc.	—	ins. et., bz.; sol. al. abs., acet., act., NH_4Cl
hexafluorură	UF_6	352,02	inc. gb. deschis	$4{,}68^{20,7}$	69,2/2 at	56,2/764,6	mcl. delic.	sol.	—	ins. CS_2; desc. al., et., sol. $C_2H_2Cl_4$, CCl_4
trihidrură(β)	UH_3	241,05	n. sau met.	10,5; 10,9	desc. raze X > 300	—	cub.	desc.	desc.	—

tetraiodură	UI_4	745,65	n.	$5,6^{15}$	500	—	ace	sol.	sol. desc.	—
nitrură	U_3N_4	770,12	br. n.	10,09	—	—	—	desc.	—	ins. HCl conc. H_2SO_4 sol. HNO_3
bioxid	UO_2	270,03	br. n.	10,9	2176	—	romb. sau cub.	ins.	ins.	sol. HNO_3, H_2SO_4, conc,
trioxid (pechblendă)	U_3O_8	842,09	vd. măsliniu-n.	8,30	desc.	—	—	ins.	ins.	sol. HNO_3, H_2SO_4,
trioxid	UO_3	286,03	gb. rș.	7,29	desc.	—	pulb.	ins.	—	ins. ${}_2C_4H_4O_6$; sol. ac. min.
peroxid	$UO_4 \cdot 2H_2O$	338,06	gb. deschis	—	desc. 115	—	crist. higr.	0,0006/20	0,008/90	desc. HCl
sulfat	$U(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$	502,21	vd.	—	$-4H_2O$, 300	—	romb.	desc.	—	sol. ac. dil.
sulfat	$U(SO_4)_2 \cdot 8H_2O$	574,28	vd.	—	desc. 90	—	mcl.	sol. desc.	—	ins. al.; sol. ac. dil.
sulfat	$U(SO_4)_2 \cdot 9H_2O$	592,29	vd.	—	$-7H_2O$, 230	$-9H_2O$, incandescent	mcl.	—	—	sol. H_2SO_4 dil.
sesquisulfură	U_2S_3	572,25	cșiu.n.	—	arde	—	ace	—	—	ins. ac. dil.; sol. HNO_3 conc. + + O, aq. reg.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sulfură	US_2	302,16	cşiu. n.	—	> 1100	oxid.	tetr.	desc. ușor	—	desc. HNO_3; sol. HCl conc.
uranil-acetat	$UO_2(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2H_2O$	424,15	gb.	$2{,}893^{15}$	$-2H_2O$, 110	desc. 275	romb.	7,694/15	desc.	sol. al.
acetat s. db. $C_2H_3O_2Na$	$Na[UO_2(C_2H_3O_2)_3]$	470,15	gb.	2,55	—	—	tetr. fluorescent	—	—	—
benzoat	$UO_2(C_7H_5O_2)_2$	512,26	gb.	—	—	—	pulb.	g. sol.	—	g. sol. al.
bromură	UO_2Br_2	429,85	vd. gb.	—	—	—	ace higr.	sol.	—	sol. al., et.
perclorat	$UO_2(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$	577,02	gb.	—	90; desc. 110	—	crist. delic.	—	—	—
clorură	UO_2Cl_2	340,93	gb.	—	< incandescent	desc.	delic.	320/18	sol.	sol. al., et., al. amilic
formiat	$UO_2(CHO_2)_2 \cdot H_2O$	378,08	gb.	$3{,}695^{19}$	$-H_2O$, 110	—	oct.	420/15	—	g. sol. ac. formic
hidrogen fosfat	$UO_2HPO_4 \cdot 4H_2O$	438,07	gb.	—	—	—	pulb. tetr.	ins.	ins.	ins. acet.; sol. HNO_3, Na_2CO_3 aq.;
iodat	$UO_2(IO_3)_2$	619,83	gb.	5,2	desc. 250	—	romb.	—	—	ins. HNO_3
iodat	$UO_2(IO_3)_2 \cdot H_2O$	637,85	—	α $5{,}220^{18}$ β $5{,}052^{18}$	—	—	α prismatic stabil; β piramidal	α0,1049/18; β0,1214/18	—	g. sol. HNO_3 dil.

iodură	UO_2I_2	523,84	rș.	—	desc. în aer	—	delic.	—	—	sol. al., et., bz.
nitrat	$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	502,13	gb.	$2,807^{13}$	60,2 desc. 100	—	romb. delic. n_β 1,4967	170,3/0	∞/60	sol. al., et., acet., act., CH_3OH
oxalat	$UO_2C_2O_4 \cdot 3H_2O$	412,08	gb.	—	$-H_2O$, 110	—	crist.	0,8/14	3,3/100	sol. ac. min., baze, oxalați
sulfat	$UO_2SO_4 \cdot 3H_2O$	420,14	gb. vd.	$3,28^{16,5}$	desc. 100	—	crist.	20,5/15,5	22,2/100	4 al,; sol. H_2SO_4
sulfat	$2UO_2SO_4 \cdot 7H_2O$	858,29	gb.	—	anh. 300	—	—	sol.	sol.	sol. H_2SO_4
sulfit	$UO_2SO_3 \cdot 4H_2O$	422,15	vd. deschis	—	—	—	crist.	ins.	—	sol. H_2SO_3
sulfură	UO_2S	302,09	br. n.	—	desc. 40...50	—	tetr.	g. sol.	—	ins. al. abs; sol. ac. dil.; al, $(NH_4)_2CO_3$
metauranic acid (uranil hidroxid)	H_2UO_4[sau $UO_2(OH)_2$]	304,04	gb.	5,926	$-H_2O$, 250...300	—	romb. sau pulb.	ins.	ins.	ins. baze; sol. carbonați alcalini
Vanadiu $Z = 23$ valență, II, III, IV, V	V	50,94	cșiu. deschis met.	5,96	1710	3000	cub. n 3,03	ins.	ins.	ins. HCl, baze; sol. HNO_3, H_2SO_4, HF, aq. reg.
borură	VB_2	72,56	—	5,10	—	—	hex.	—	—	—

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tribromură	VBr_3	290,67	vd. n.	—	desc.	—	delic.	sol.	—	ins. HBr; sol. al., et.
carbură	VC	62,95	n.	5,77	2810	3900	cub.	ins.	—	ins. HCl, H_2SO_4; sol. HNO_3, KNO_3 topit
diclorură	VCl_2	121,85	vd.	$3{,}23^{18}$	—	—	hex. delic.	sol. desc.	sol. desc.	sol. al., et.
triclorură	VCl_3	157,30	roz	$3{,}00^{18}$	desc.	—	crist. delic.	sol. desc.	sol. desc.	sol. al. abs., et.
tetraclorură	VCl_4	192,75	rş. br.	$1{,}816^{30}$	−28±2	148,5/755	liq.	sol. desc.	—	sol. al. abs., clf., acet.
trifluorură	VF_3	107,94	vd.	$3{,}363^{19}$	>800	subl.	romb.	ins.	—	ins. al., clf., CS_2
trifluorură	$VF_3 \cdot 3H_2O$	161,98	—	—	$-3H_2O$, 130	—	romb.	sol.	sol. desc.	ins. al. abs.
tetrafluorură	VF_4	126,94	br. gb.	$2{,}975^{23}$	desc. 325	—	—	sol.	—	g. sol. al., clf.; sol. act.
pentafluorură	VF_5	145,93	—	$2{,}177^{19}$	—	111,2	—	sol.	—	ins. CS_2; sol. al., clf.
iodură	$VI_3 \cdot 6H_2O$	539,75	vd.	—	—	—	crist. delic.	—	—	sol. al.

nitrură	VN	64,95	n.	6,13	2050	—	cub.	ins.	—	g. sol. aq. reg.
monoxid	VO(sau V_2O_2)	66,94	cşiu. deschis	$5,758^{14}$	se aprinde	—	crist.	ins.	ins.	sol. ac.
sesquioxid	V_2O_3	149,88	n.	$4,87^{18}$	1970	—	crist.	g. sol.	sol.	sol. HNO_3, HF, baze
bioxid	VO_2(sau V_2O_4)	82,94	albst.	4,339	1967	—	crist.	ins.	ins.	sol. ac., baze
pentoxid	V_2O_5	181,88	gb. rş.	$3,357^{18}$	690	desc. 1750	romb.	0,8/20	—	ins. al. abs.; sol. ac., baze
oxibromură	VOBr	146,85	v.	$4,00^{18}$	desc. 480	—	oct.	g. sol.	—	sol. et., acet., anhidridă acet.
oxidibromură	$VOBr_2$	226,76	br.	—	desc. 180	—	pulb. delic.	sol.	—	—
oxitribromură	$VOBr_3$	306,67	rş.	$2,933^{14,5}$	desc. 180	130/100	liq.	sol.	—	—
oxiclorură	VOCl	102,39	gb. br.	2,824; $3,64^{20}$	—	127	pulb.	ins.	—	sol. HNO_3
oxidiclorură	$VOCl_2$	137,85	vd.	$2,88^{13}$	—	—	delic.	desc.	—	sol. HNO_3 dil.
oxitriclorură	$VOCl_3$	173,30	gb.	1,829	-77 ± 2	126,7	liq. delic.	sol. desc.	—	sol. al., et., acet.
oxidifluorură	VOF_2	104,94	gb.	$3,396^{19}$	desc.	—	solid.	—	—	g. sol. acet.
oxitrifluorură	VOF_3	123,94	gb. alb	$2,459^{19}$	300	480	higr.	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
siliciură	V_2Si	129,97	alb argintiu	$5,48^{17}$	—	—	pr.	ins.	ins.	ins. ac., al., et.; sol. HF
siliciură	VSi_2	107,11	met.	4,42	—	—	pr.	ins.	ins.	ins. ac., al., et; sol. HF
sulfat	$VSO_4 \cdot 7H_2O$	273,11	v.	—	desc. în aer	—	mcl.	—	—	—
sulfat s. db. $(NH_4)_2SO_4$	$VNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	477,29	rş. la albst.	1,69	49	—	—	28,45/20	—	—
monosulfură	VS(sauV_2S_2)	83,01	n.	4,20	desc.	—	pl. (existenţă probabilă)	—	—	ins. baze, HCl; g. sol. KSH sol. HNO_3 H_2SO_4 c.
sesqui sulfură	V_2S_3	198,08	vd. n.	$4,7^{21}$	desc.	—	pl. sau pulb.	ins.	—	g. sol. baze, HCl, HNO_3, H_2SO_4; sol. sulfuri de alchil
pentasulfură	V_2S_5	262,20	n.vd.	3,00	desc.	—	pulb.	ins.	—	sol HNO_3 dil., baze, sulfuri alcaline
tetravanadic, acid	$H_2V_4O_{11}$	381,78	br.	—	—	—	am.	ins.	—	sol. ac., baze, NH_4OH

metavanadic, acid	HVO_3	99,95	gb.	—	—	—	solzi	ins.	—	ins. NH_3; sol. ac., baze
vanadil sulfat	$VOSO_4$	163,00	albst.	—	—	—	—	sol.	—	—
Wolfram (Tungsten) $Z = 74$ valenţă II, III, IV, V, VI	W	183,85	cşiu. n.	19,3	3370	5900	cub.	ins.	ins.	ins. HF, KOH; g. sol. HNO_3, H_2SO_4, aq. reg. sol. HF+ +HNO_3
arseniură	WAs_2	333,69	n.	$6,9^{18}$	—	—	crist.	ins.	ins.	desc. HNO_3 c., H_2SO_4 c.
borură	W_2B	378,51	—	17,17	—	—	tetr.	—	—	—
borură	WB	194,66	—	15,73	2920	—	tetr.	—	—	—
diborură	WB_2	205,47	—	12,75	aprox. 2900	—	hex.	ins.	ins.	sol. aq. reg.
dibromură	WBr_2	343,67	albst.-n.	—	desc. 400	—	ace	desc.	—	—
pentabromură	WBr_5	583,40	v. br.	—	276	333	ace	desc.	—	sol. baze, al. abs., clf., et.
hexabromură	WBr_6	663,30	albst.-n.	6,9	—	—	ace	ins.	desc.	sol. NH_4OH
hexacarbonil	$W(CO)_6$	351,91	inc.	2,65	desc. ~150	175/766	romb.	—	—	desc. HNO_3 fumans
carbură	WC	195,86	n.	15,63	2870±5	6000	hex.	ins.	—	sol. HNO_3 + + HF, aq. reg.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
carbură	W_2C	379,71	n.	17,15	2860	6000	hex.	ins.	—	sol. HNO_3 + + HCl
diclorură	WCl_2	254,76	cșiu.	5,436	—	—	am.	desc.	—	—
tetraclorură	WCl_4	325,66	cșiu.	4,624	desc.	desc.	delic.	desc.	—	—
pentaclorură	WCl_5	361,12	n.	3,875	248	275,6	delic.	desc. la W_2O_5	—	g. sol. CS_2
hexaclorură	WCl_6	396,57	albst. închis	3,52	275	346,7	cub.	—	desc. 60	sol. CS_2, $POCl_3$ al., et. bz.
hexafluorură	WF_6	297,84	gb. deschis sau inc.	gaz 12,9 g/1; liq. 3,44	2,5	19,5	liq. sau gaz	desc.	desc.	sol. baze
fosfură	W_2P	398,67	cșiu. închis	5,21	—	—	pr.	—	—	ins. ac., aq. reg. sol. Na_2CO_3+ +$NaNO_3$ topit
fosfură	WP	214,82	cșiu.	8,5	—	—	pr.	ins.	—	ins. baze, HCl,; sol. HNO_3 + +HF
fosfură	WP_2	245,80	n.	5,8	desc.	—	crist.	ins.	ins.	ins. al., et.; sol. HNO_3 + HF, aq. reg.

diiodură	WI_2	437,66	br. vd.	6,9	—	—	am.	ins.	desc.	ins. CS_2, al; sol. KOH, baze
tetraiodură	WI_4	691,47	n.	$5{,}2^{18}$	desc.	desc.	crist.	ins.	desc.	ins. et., clf.; sol. al abs.
oxitetrabromură	$WOBr_4$	519,49	n.	—	277	327	delic.	desc.	desc.	—
oxidibromură	WO_2Br_2	375,67	rş.	—	desc.	desc.	pr.	—	—	—
oxitetraclorură	$WOCl_4$	341,66	rş.	—	211	227,5	ace	desc.	desc.	sol. CS_2, S_2Cl_2, bz.
oxidiclorură	WO_2Cl_2	286,75	gb. deschis	—	266	—	pl.	sol.	desc.	ins. al.; sol. baze, NH_4OH
oxitetrafluorură	WOF_4	275,84	inc.	—	110	187,5	pl. higr.	desc.	—	ins. CCl_4; g. sol. CS_2
bioxid	WO_2	217,85	br.	12,11	—	—	cub.	ins.	ins.	sol. ac., KOH
trioxid (tungstită)	WO_3	231,85	gb. sau gb. port.	7,16	1473	—	romb. sau pulb.	ins.	ins.	ins. ac.; sol. baze c., HF
disulfură	WS_2	247,98	cşiu. închis	$7{,}5^{10}$	—	—	crist.	ins.	—	ins. al.; sol. HNO_3 + HF, baze topite
trisulfură	WS_3	280,04	br.	—	—	—	pulb.	g. sol.	sol.	sol. baze
ortowolframic acid	H_2WO_4	249,86	gb.	5,5	$-1/2H_2O$, 100	—	—	ins.	g. sol.	ins. majoritatea ac.; sol. baze, HF, NH_3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ortowolframic acid	$H_2WO_4 \cdot H_2O$	267,88	alb	—	dă $H_2W_2O_7$ la 800	—	—	g. sol.	—	sol. baze
metawolframic acid	$H_6[H_2W_{12}O_{40}] \cdot 24H_2O$	3286,61	gb.	—	—	—	cub.	sol.	—	sol. baze
Xenon *Z* = 54 valență v.7.4	Xe	131,30	inc.	5,851g/l liq.$3,52^{-109}$	−112	−107,1	gaz inert (v. 7.4)	$24,1\ cm^3/0$; $11,9\ cm^3/25$	$8,4\ cm^3/50$ $7,12\ cm^3/80$	—
Yterbiu *Z* = 70 valență II, III	Yb	173,04	—	6,959	824	1500	—	ins.	ins.	sol. ac.
acetat	$Yb(C_2H_3O_2)_3 \cdot 4H_2O$	422,24	—	2,09	$-4H_2O$, 100	—	pl. hex.	sol.	sol.	—
bromură	$YbBr_2$	332,86	—	—	677	1800	—	sol.	sol.	sol. ac. dil.
bromură	$YbBr_3$	412,77	—	—	940	desc.	—	sol.	sol.	—
clorură	$YbCl_2$	243,95	vd. gb.	5,08	727	1900	—	sol.	sol.	sol. ac. dil.
clorură	$YbCl_3$	279,40	inc.	—	854	desc.	crist.	sol.	sol.	—
clorură	$YbCl_3 \cdot 6H_2O$	387,50	vd.	2,575	150...5	$-6H_2O$, 180	romb. delic.	sol.	sol.	sol. al. obs.
fluorură	YbF_2	211,04	—	—	1380	2380	—	ins.	ins.	—
fluorură	YbF_3	230,04	—	—	1390	2200	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.

iodură	YbI_2	426,85	—	—	527	1300	—	sol.	sol.	sol. ac. dil.
iodură	YbI_3	553,75	gb. auriu	—	1027	desc.	—	sol.	sol.	sol. ac. dil.
oxalat	$Yb_2(C_2O_4)_3 \cdot 5H_2O$	700,19	alb	—	$-H_2O$, 55	—	—	ins.	ins.	ins. ac. dil.
oxalat	$Yb_2(C_2O_4)_3 \cdot 10H_2O$	790,26	inc.	2,644	—	—	crist.	0,0003/25	—	g. sol. ac. dil.
oxid(ytterbia)	Yb_2O_3	394,08	inc.	9,17	—	—	—	ins.	ins.	sol. ac. dil. c.
selenat	$Yb_2(Se_2O_4)_3 \cdot 8H_2O$	919,08	—	3,30	—	—	pl. hex.	sol. desc.	sol.	—
selenit	$Yb_2(SeO_3)_3$	726,95	—	—	—	—	—	ins.	—	—
sulfat	$Yb_2(SO_4)_3$	634,26	inc.	3,793	desc. 900	—	—	44,2/0	4,7/100	—
sulfat	$Yb_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	778,39	—	3,286	—	—	pr.	35,9/20	21,1/40	—
Ytriu $Z = 39$ valență III	Y	88,91	cșiu.n. met.	5,51	1490	2500	hex.	desc.	desc.	sol. ac. dil., KOH, c.
acetat	$Y(C_2H_3O_2)_3 \cdot 4H_2O$	338,10	inc.	—	—	—	tricl.	9,03/25	—	—
bromat	$Y(BrO_3)_3 \cdot 9H_2O$	634,76	—	—	74	$-6H_2O$, 100	pr. hex.	168/25	—	ins. et.; g. sol. al.
bromură	YBr_3	328,63	—	—	—	—	delic.	sol.	—	ins. et.; sol. al.
bromură	$YBr_3 \cdot 9H_2O$	490,77	inc.	—	—	—	pl. delic.	sol.	—	ins. et.; g. sol. al.
carbonat	$Y_2(CO_3)_3 \cdot 3H_2O$	411,88	alb roșietic	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. al., et.; g. sol. CO_2 aq., $(NH_4)_2CO_3$; ac. min. dil.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
carbură	YC_2	112,93	gb.	$4,13^{18}$	—	—	microcrist.	desc.	—	—
clorură	YCl_3	195,26	alb	$2,8^{18}$	680	—	foițe reflexe	78/10;	82/50	60,1/15 al.; 60,6/15 py.
clorură	$YCl_3 \cdot H_2O$	213,28	inc.	—	$-H_2O$, 160	—	—	sol.	—	—
clorură	$YCl_3 \cdot 6H_2O$	303,36	rș. alb	$2,18^{18}$	$-5H_2O$, 100	—	romb. delic.	217/20;	233/50	ins. et.; sol. al.
fluorură	$YF_3 \cdot 1/2H_2O$	154,91	—	—	—	—	gelatinos	ins.	—	g. sol. ac. dil.
hidroxid	$Y(OH)_3$	139,93	alb gb.	—	desc.	—	gelatinos sau pulb.	ins.	ins.	ins. baze; sol ac., NH_4Cl
iodură	YI_3	469,62	—	—	—	—	delic.	sol.	—	g. sol. et.; sol. al.
molibdat	$Y_2(MoO_4)_3 \cdot 4H_2O$	729,68	cșiu. sau gălbui	$4,79_{16}^{16}$	1347	—	pl. tetr. *n* 2,03	—	—	—
nitrat	$Y(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	346,98	alb roșietice	2,682	—	—	pr.	sol.	—	sol. al., HNO_3
nitrat	$Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	383,01	inc. rș.	2,68	$-3H_2O$, 100	—	crist. delic.	134,7/22,5	—	sol. al., et., HNO_3
oxalat	$Y_2(C_2O_4)_3 \cdot 9H_2O$	603,98	alb	—	desc.	—	pulb. crist.	0,0001	—	g. sol. HCl

oxid (ytria)	Y_2O_3	225,81	inc.	4,84; 5,046	2410	—	crist. sau pulb.	0,00018/29	—	ins. baze; sol. ac.
sulfat	$Y_2(SO_4)_3$	465,99	alb	2,52	desc. 1000	—	pulb.	5,38/25	sol.	sol. K_2SO_4 aq. sat.
sulfat	$Y_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	610,12	inc. roșietic	2,558	$-8H_2O$, 120	desc. 7000	mcl. *n* 1,543; 1,549; 1,576	9,763/20	4,90/40	ins. al., baze; sol. H_2SO_4 conc.
sulfură	Y_2S_3	274,00	gb. cșiu	—	—	—	pulb.	desc.	—	desc. ac.
Combinații coordinative										
perclorat de hexaantipirin ytriu	$[Y(C_{11}H_{12}N_2O)_6]$ $(ClO_4)_3$	1516,64	inc.	—	293...6 desc.	—	crist. hex.	0,55/20	—	—
iodură de hexaantipirin ytriu	$[Y(C_{11}H_{12}N_2O)_6]I_3$	1599,00	inc.	—	280...2	—	crist.	4,65/20	—	—
Zinc $Z = 30$ valență II	Zn	65,37	alb albst. met.	7,14	419,47	907	hex.	ins.	ins.	sol. ac., baze, acet.
acetat	$Zn(C_2H_3O_2)_2$	183,46	—	1,84	242	subl. vid	mcl.	30/20	44,6/100	2,8/25; 1,66/79 al.
acetat	$Zn(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2H_2O$	219,49	inc.	1,735	237	$-2H_2O$, 100	mcl. *n* 1,494	31,1/20	66,6/100	2 al.
aluminat (gahnit)	$ZnAl_2O_4$	183,33	—	4,58	—	—	*n* 1,78	ins.	ins.	ins. ac; g. sol. baze
amidă	$Zn(NH_2)_2$	97,42	alb	$2,13^{25}$	desc. 200	—	pulb. am.	desc.	desc.	ins. et., al.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ortoarseniat (Kötigit)	$Zn_3(AsO_4)_2\ \ 8H_2O$	618,07	—	3,309^{12}	desc. 100	—	mcl. *n* 1,662; 1,683, 1,717	ins.	ins.	sol. HNO_3, H_3AsO_4, baze
arseniură	Zn_3As_2	345,95	—	—	1015	—	cub.	ins.	—	—
benzoat	$Zn(C_7H_5O_2)_2$	307,60	alb	—	—	—	pulb.	2,61/15,9; 2,46/20	1,44/60	—
borat	$3ZnO \cdot 2B_2O_3$	383,35	alb	am. 3,64; crist. 4,22	980	—	pulb. am. sau crist. tricl.	sol.	—	crist. ins. HCl; am. sol. HCl
bromat	$Zn(BrO_3)_2 \cdot 6H_2O$	429,28	alb	2,566	100	$-6H_2O$, 200	cub.	100	sol.	—
bromură	$ZnBr_2$	225,19	inc.	4,219^{4}	394	650	romb. higr.	447/20; 471/25	675/100	sol. al., et., NH_4OH
di-*n*-butilzinc	$Zn(C_4H_9)_2$	179,60	—	—	—	81...2/9	liq.	desc.	—	—
butirat	$Zn(C_4H_7O_2)_2 \cdot 2H_2O$	275,60	alb	—	—	—	pr.	10,7/16	desc.	—
caproat	$Zn(C_6H_{11}O_2)_2$	295,68	alb	—	—	—	ace	1,03/24,5	—	—
carbonat (smitsonit)	$ZnCO_3$	125,38	inc.	4,44	$-CO_2$, 300	—	trig. *n* 1,818; 1,618	0,001/15	—	ins. NH_3, act., py; sol. ac., baze, săruri NH_4

clorat	$Zn(ClO_3)_2 \cdot 4H_2O$	304,33	inc. gb.	2,15	desc. 60	desc.	cub. delic.	262/20	sol.	167 al.; sol. glic., et.
clorură	$ZnCl_2$	136,28	alb	$2,91^{25}$	262	732	cub. delic.	432/25	615/100	ins. NH_3, sol. et., 100/12,5 al.
cromat	$ZnCrO_4$	181,36	gb.	—	—	—	pr.	ins.	desc.	ins. act., NH_3 liq.; sol. ac.
bicromat	$ZnCr_2O_7 \cdot 3H_2O$	335,40	gb.port. sau br. rş.	—	—	—	pulb. sau crist. higr.	sol.	desc.	ins. al., et.; sol. ac.
cianură	$Zn(CN)_2$	117,41	inc.	—	desc. 800	—	romb.	0,0005/20	—	ins. al.; sol. baze, KCN, NH_3
citrat	$Zn_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 2H_2O$	610,35	alb	—	—	—	pulb. am.	g. sol.	—	—
dietilzinc	$Zn(C_2H_5)_2$	123,49	inc.	$1,182^{18}$	—	118	liq. inflam. în aer sau în Cl_2	desc.	—	—
difenilzinc	$Zn(C_6H_5)_2$	219,58	alb	—	107	—	crist.	desc.	—	sol. xilen
fenolsulfonat	$Zn(C_6H_5SO_4)_2$ $8H_2O$	355,83	inc. sau alb	—	$-8H_2O$, 125	—	crist. sau pulb. fină efl.	62,5	250/100	55,6/25 al.
ferat	$ZnFe_2O_4$	241,06	n.	5,33/20	1590	—	oct.	—	—	ins. baze, ac. dil.; sol. HCl conc.
ferocianură	$Zn_2Fe(CN)_6$	342,69	alb	—	—	—	pulb.	ins.	—	ins. ac. dil.; sol. baze în exces

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ferocianură	$Zn_2Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	396,74	alb	—	desc.	—	pulb.	ins.	ins.	ins. HCl, al; g. sol. NH_3 sol. NH_4OH,; desc. NaOH
fluorogalat	$[Zn(H_2O)_6]\ GaF_5 \cdot H_2O$	356,19	inc.	2,33	$-5H_2O$, 110	—	ortoromb. *n* 1,45	sol.	—	—
fluorosilicat	$ZnSiF_6 \cdot 6H_2O$	315,54	inc.	2,104	—	—	pr. hex.	sol.	—	—
fluorură	ZnF_2	103,37	inc.	$4{,}84^{18}$	872	—	mcl. sau tricl.	g. sol.	sol.	ins. al., NH_3; sol. ac. c. NH_4OH
fluorură	$ZnF_2 \cdot 4H_2O$	175,43	—	$2{,}535^{12}$	$-4H_2O$, 100	—	romb.	1,6/18	sol.	sol. NH_4OH, ac., baze
formaldehid sulfoxilat	$Zn(HSO_2 \cdot CH_2O)_2$	255,56	—	—	desc.	—	pr. romb.	sol.	sol.	ins. al.; desc. ac.
hidroxi formaldehid sulfoxilat (bazic)	$Zn(OH)HSO_2 \cdot CH_2O$	177,47	—	—	desc.	—	pr. romb.	ins.	ins.	ins. al.; desc. ac.
formiat	$Zn(CHO_2)_2$	155,41	—	2,36	—	desc.	—	—	—	—
formiat	$Zn(CHO_2)_2 \cdot 2H_2O$	191,44	alb	$2{,}207^{20}$	—	desc.	mcl. *n* 1,513; 1,526; 1,566	5,2/20	38/100	ins. al.

ortofosfat	$Zn_3(PO_4)_2$	386,05	inc.	$3{,}998^{15}$	900	—	romb.	ins.	ins.	ins. al.; sol. ac., NH_4OH
ortofosfat (α-hopeit)	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	458,11	inc.	3,04	tr. > 105	—	romb. n 1,572; 1,591; 1,59	ins.	ins.	sol. ac., NH_4OH, săruri NH_4
ortofosfat (β-hopeit)	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	458,11	inc.	3,03	tr. > 140	—	romb. n 1,574; 1,582; 1,582	ins.	ins.	sol. ac., NH_4OH, săruri NH_4
ortofosfat (parahopeit)	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	458,11	inc.	3,75	tr. > 163	—	tricl. n 1,614; 1,625; 1,665	ins.	ins.	sol. ac., NH_4OH, săruri NH_4
ortofosfat	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	530,18	—	$3{,}109^{15}$	—	—	pl. romb.	ins.	—	sol. baze
ortofosfat	$Zn(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$	295,37	—	—	100, desc.	—	tricl.	desc.	—	—
pirofosfat	$Zn_2P_2O_7$	304,68	alb	$3{,}75^{23}$	—	—	pulb.	ins.	ins.	sol. ac., baze, NH_4OH
hipofosfit	$Zn(H_2PO_2)_2 \cdot H_2O$	213,36	inc.	—	—	—	pulb. crist. higr.	sol.	—	sol. baze
fosfură	Zn_3P_2	258,06	cșiu. închis	$4{,}55^{13}$	> 420	1100	cub.	ins.	—	ins. al., desc. H_2SO_4 degajare H_3P, HNO_3 violent, ac. dil.
galat	$ZnGa_2O_4$	268,81	alb	6,15 calc.	< 800	—	crist. fine n 1,74	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
glicerofosfat	$ZnC_3H_7O_6P$	235,43	alb	—	—	—	pulb. am.	sol.	—	ins. al., et.
hidroxid	$Zn(OH)_2$	99,38	inc.	3,053	desc. 125	—	romb.	0,00000026/18	—	sol. ac., baze
iodat	$Zn\ (IO_3)_2$	415,18	alb	4,98	desc.	—	pulb. crist.	g. sol.	—	sol. HNO_3, baze
iodat	$Zn\ (IO_3)_2 \cdot 2H_2O$	451,21	—	—	—	—	—	0,877	1,32	sol. HNO_3, NH_4OH
iodură	ZnI_2	319,18	inc. sau alb	$4,666^{14,2}$	446	624	cub. sau pulb. delic.	430/0; 437,7/30	510/100	sol. ac., al., et., NH_3, $(NH_4)_2CO$
DL-lactat	$Zn(C_3H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$	297,56	alb	—	—	—	crist. romb.	1,67/15	16,7/100	g. sol. al.
D-lactat	$Zn(C_3H_5O_3)_2 \cdot 2H_2O$	279,54	alb	—	—	—	ace	5,7/15	9/33	0,104 al. 98% c.
laurat	$Zn(C_{12}H_{23}O_2)_2$	464,00	alb	—	128	—	pulb.	0,01/15	0,019/100	0,010/15 al.
permanganat	$Zn(MnO_4)_2 \cdot 6H_2O$	411,33	v. br. sau n.	2,47	$-5H_2O$, 100	—	delic.	sol.	sol.	desc. al., ac.
dimetilzinc	$Zn(CH_3)_2$	95,44	inc.	$1,396^{10,5}$	−42,2	46	liq.	desc.	—	desc. al., ac.; sol. et.
nitrat	$Zn(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	243,43	—	—	45,5	—	ace	327,3/40	—	—
nitrat	$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	297,47	inc.	$2,065^{14}$	36,4	$-6H_2O$, 105...131	tetr.	184,3/20	∞	sol. al.

nitrură	Zn_3N_2	224,12	cșiu.	—	—	—	—	desc.	—	sol. HCl
oleat	$Zn(C_{18}H_{33}O_2)_2$	628,30	—	—	70	—	~ ceară solidă	ins.	—	g. sol. act.
oxalat	$ZnC_2O_4 \cdot 2H_2O$	189,41	alb	$2,562^{24,5}$	sol. 100	—	pulb.	0,00079/18	—	sol. ac., baze
oxid	ZnO	81,37	alb sau gb.	5,47	> 1800	—	pulb. am.	0,00016/29	—	sol. ac. min. dil., acet., NH_4OH
oxid (zincită)	ZnO	81,37	alb	5,606	> 1800	subl. 1800	hex. *n* 2,008; 2,029	0,00016/29	—	ins. NH_3, al; sol. ac., baze, NH_4Cl
peroxid	ZnO_2+ZnO	178,74	alb-gb.	1,571	—	—	pulb.	0,0022	—	desc. ac.
pentadionat (acetilacetonat)	$Zn(C_5H_7O_2)_2$	263,59	—	—	138	subl.	ace	—	sol. desc.	sol. bz., act., al.,
picrat	$Zn(C_6H_2N_3O_7)_2 \cdot 8H_2O$	665,69	gb.	—	expl.	—	pulb. crist. expl.	sol.	—	—
di-*n*-propil zinc	$Zn(C_3H_7)_2$	151,55	—	—	—	146; 39...40/9	liq.	desc.	—	—
salicilat	$Zn(C_7H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$	393,65	—	—	—	—	ace	5/20	—	sol. al.
selenat	$ZnSeO_4 \cdot 5H_2O$	298,40	—	2,591	desc. > 50	—	tricl.	sol.	—	—
selenură	$ZnSe$	144,33	—	$5,42^{15}$	—	—	cub. *n* 2,89	ins.	—	sol. ac.
ortosilicat (wilemită)	Zn_2SiO_4 (sau $2ZnO \cdot SiO_2$)	222,82	—	3,9	1509	—	trig. *n* 1,694; 1,723	—	ins.	—

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
silicat (hemimorfit)	$Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \cdot H_2O$ (sau $4ZnO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)	481,68	—	3,45	—	—	romb. *n* 1,614; 1,617; 1,636	ins.	ins.	—
metasilicat	$ZnSiO_3$	141,45	inc.	3,52	1437	—	hex.	ins.	—	—
stearat	$Zn(C_{18}H_{35}O_2)_2$	632,33	—	—	130	—	pulb.	ins.	—	ins. al., et.
sulfat (zincozită)	$ZnSO_4$	161,43	inc.	$3,74^{15}$; (3,4)	desc.	— desc. 740	romb. *n* 1,658; 1,669; 1,670	86,5/80	80,8/100	g. sol. al.
sulfat	$ZnSO_4 \cdot 6H_2O$	269,52	inc.	$2,072^{15}$	tr. 70	—	mcl. sau tetr.	sol.	117,5/40	—
sulfat (goslarită)	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	287,54	inc.	1,97	tr. 39	$-7H_2O$, 280	romb. efl; *n* 1,457; 1,480; 1,484	96,5/20	663,6/100	g. sol. al.
sulfat s. db. $(NH_4)_2SO_4$	$Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	401,66	alb	1,93	desc.	—	mcl.	7/0	42/80	—
sulfit	$ZnSO_3 \cdot 2$ (sau $2^1/_2$) H_2O	181,46	alb	—	—	—	pulb. crist.	0,16	desc.	ins. al.; sol. H_2SO_4
sulfură (α) (wurzită)	ZnS	97,43	inc.	4,087	1850/ 150 atm	subl. 1185	hex. *n* 2,356; 2,378	0,00069/18	—	ins. acet.; sol. ac.
sulfură (β) (sfalerită)	ZnS	97,43	inc.	$4,102^{25}$	tr. 1020	—	cub. *n* 2,368	0,000065/18	—	sol. ac.
sulfură	$ZnS \cdot H_2O$	115,45	gb. alb	3,98	1049	—	pulb.	ins.	—	sol. ac.
tartrat	$ZnC_4H_4O_6 \cdot H_2O$ (sau $2H_2O$)	231,46	alb	—	—	—	pulb.	0,055/30	—	—

telurat	Zn_3TeO_6	419,71	alb	—	—	—	pp. greu gran.	ins.	ins.	sol. ac.
telurură	$ZnTe$	192,97	rş.	$6{,}34^{15}$; $5{,}54^{13}$	1238,5	—	cub. *n* 3,56	ins.	ins.	sol. ac.
tiocianat (rodanură)	$Zn(SCN)_2$	181,53	alb	—	—	—	pulb.	sol.	—	sol. al., NH_4OH
di-*o*-tolil-zinc	$Zn(C_6H_4CH_3)_2$	247,64	alb	—	207...10	—	—	—	—	g. sol. et pct.; sol. xilen
valerat	$Zn(C_5H_9O_2)_2 \cdot 2H_2O$	303,65	alb	—	—	—	solzi sau pulb. miros dezagreabil	2,6/24 ...25	sol.	g. sol. et. 2,5 al.
Combinații coordinative clorură de diaminozinc	$[Zn(NH_3)_2]Cl_2$	170,34	inc.	—	210,8	desc. 271	—	desc.	—	—
fluorosilicat de tetrapiridinzinc	$[Zn(C_5H_5N)_4]SiF_6$	523,86	alb	2,197	—	—	romb.	—	—	—
perrenat de tetraminozinc	$[Zn(NH_3)_4](ReO_4)_2$	633,89	alb	$3{,}608^{25}$	—	—	crist. cub.	—	—	0,1852 NH_4OH conc.
Zirconiu $Z = 40$ valență II, III, IV	Zr	91,22	cşiu. alb argintiu	6,4	1857	> 2900	cub.	ins.	ins.	g. sol. ac.; sol. HF, aq. reg.
acetat bazic	$Zr(C_2H_3O_2)_3OH$	285,36	alb	—	—	—	crist.	sol.	—	—
borură	ZrB_2	112,84	—	6,085	aprox. 3000	—	hex.	—	—	—
dibromură	$ZrBr_2$	251,04	n.	—	desc. > 350	—	pulb. arde în aer	desc. degajare H_2	—	—

7.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tribromură	$ZrBr_3$	330,95	albst. n.	—	desc. 350	—	pulb.	desc. degajare H_2	—	—
tetrabromură	$ZrBr_4$	410,86	alb	—	volat.	—	pulb. crist. higr.	desc.	—	sol. al. et.
carbură	ZrC	103,23	cșiu.met.	6,73	3540	5100	cub.	ins.	—	sol. ac., HF dil.
diclorură	$ZrCl_2$	162,13	n.	—	desc. > 350	—	—	desc. degajare H_2	—	—
triclorură	$ZrCl_3$	197,58	br.	—	desc. 350 $-ZrCl_2$	—	—	desc. degajare H_2	—	—
tetraclorură	$ZrCl_4$	233,03	alb lucios	2,80	subl. 300	—	crist.	desc. la $ZrOCl_2$	—	sol. al., et., HCl conc.
fluorură	ZrF_4	167,21	inc.	4,43	subl.	desc.	hex.	1,39	desc.	ins. ac.; sol. HF
fluorură s. db. KF	ZrK_2F_6	283,41	inc.	3,48	—	—	romb.	1,73/19	—	—
fluorură s. db. NH_4F	$Zr(NH_4)_3F_7$	278,32	—	—	—	—	cub.	sol.	—	—
iodură	ZrI_4	598,84	alb sau gb.	—	—	—	crist.	sol. desc.	sol.	desc. al.; g. sol. bz., CS_2; sol. ac., et.
nitrură	ZrN	105,23	br. bronz	7,09	2980	—	cub.	ins.	ins.	g. sol. aq. reg., $HNO_3 +$ $+HF$

bioxid (baddeleyită	ZrO_2	123,22	inc. gb. sau br.	5,49	2700	(4300)	mcl. n 2,13; 2,19; 2,20	ins.	ins.	sol. H_2SO_4, HF
bioxid (zirconia) ($HfO_2<2\%$)	ZrO_2	123,22	inc.	5,6	2715	—	mcl. pînă la 1000°C, cub. mai sus	ins.	ins.	sol. H_2SO_4, HF
oxid (hidroxid de zirconiu; zirconic, acid)	$ZrO_2 \cdot xH_2O$	—	alb	3,25	$-2H_2O$, 550	—	gelat. sau pulb. am.	0,02	—	ins. baze, al.; sol. ac.
fosfură	ZrP_2	153,17	cşiu.	$4,77^{25}_4$	—	—	—	ins.	—	—
selenat	$Zr(SeO_4)_2 \cdot 4H_2O$	449,20	—	—	$-3H_2O$, 100	$-4H_2O$, 130	crist. hex. transp.	sol.	—	g. sol. al., ac. conc.
ortosilicat (zirconiu)	$ZrSiO_4$	183,30	inc. rş. (diferite culori)	4,56	2550	—	tetr. n 1,92...1,96; 1,97...2,02	ins.	—	ins. ac., aq. reg., baze
siliciură	$ZrSi_2$	147,39	cşiu. oţel	$4,88^{22}$	—	—	romb. luciu met.	—	—	—
sulfat	$Zr(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$	355,40	inc. sau alb	—	$-3H_2O$, 120	—	romb. sau pulb. crist.	146/39,5	—	ins. al.; sol. H_2SO_4
sulfură	ZrS_2	155,35	cşiu. oţel	3,87	—	—	crist.	—	—	—
zirconil bromură	$ZrOBr_2 \cdot xH_2O$	—	—	—	$-H_2O$, 120	—	ace strălucitoare delic.	sol.	—	sol. HBr conc. c.;
clorură	$ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$	322,25	alb	—	$-6H_2O$, 150	$-8H_2O$ 210	ace tetr. (clf.) n 1,552; 1,563	sol.	desc.	g. sol. HCl; sol. al., et.
iodură	$ZrOI_2 \cdot 8H_2O$	505,15	inc.	—	desc.	—	ace higr.	sol.	sol.	sol. et., al.
sulfură	$ZrOS$	139,28	gb,	4,87	arde în aer	—	pulb.	—	—	—

7.3. CONSTANTE FIZICE ALE HIDROGENULUI, DEUTERIULUI, TRITIULUI ŞI ALE UNOR COMBINAŢII CU ACEŞTI IZOTOPI

Cu toate că structura atomică este simplă, elementul cu număr atomic egal cu unitatea prezintă o varietate mare de forme. În primul rînd trebuie să se menţioneze izotopii corespunzători numerelor de masă 1, 2 şi 3 respectiv protiu (H), deuteriu (D) şi tritiu (T) (v. cap. 6).

Ultimul izotop, datorită structurii nucleare, prezintă o radioactivitate beta (emiţător de electroni) cu o perioadă de dezintegrare de 12,5 an. Izotopul deuteriu se găseşte într-o cantitate relativ mare alături de hidrogen în hidrogenul amestec natural (circa 1:6000).

În general, fără altă specificaţie, proprietăţile fizice ale hidrogenului se referă la acest amestec natural.

O altă varietate moleculară se datoreşte spinului nuclear diferit de zero, care explică existenţa formelor moleculare orto şi para, pentru toţi izotopii hidrogenului, în raport cu cele două posibilităţi de cuplare, paralelă respectiv antiparalelă a spinilor nucleari.

Desigur că ar trebui să se remarce de asemenea existenţa atomilor de hidrogen în formele activate şi ionii pozitivi şi negativi simpli (H^+, H^-) şi complecşi (H_2^+, H_3^+, etc.).

Pentru constantele de echilibru ale reacţiilor de disociere şi de schimb în sisteme cu izotopii hidrogenului şi pentru valorile mărimilor termodinamice v. vol. II.

În continuare sînt prezentate cîteva tabele care conţin proprietăţile fizice cele mai importante ale izotopilor hidrogenului şi ale unor combinaţii frecvente.

7.3.1. Proprietăţi fizice atomice

Proprietatea	H	D	T
Spin nuclear în unităţi $h/2\pi$ (v. cap. 4)	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$
Moment electric cuadrupolar		$(2{,}766 \pm 0{,}025)\ 10^{-2}/cm^2$	
Radioactivitate β (v.6)			$T_{\frac{1}{2}} = 12{,}5$ ani; energia medie 5,7 ke V; energia maximă 18,5 keV

7.3.2. Compoziţia de echilibru orto-para a izotopilor hidrogenului

Temperatura, °K	Compoziţia, %		
	$p\text{-}H_2$	$p\text{-}D_2$	$p\text{-}T_2$
0	100	0,00	100
20	99,82	2,03	66,186
40	88,61	14,78	33,197
100	38,51	32,18	25,012
175	—	—	75,000
250	—	33,33	—
273	25,13	—	—
∞	25	—	—

Notă. La temperaturi superioare $T > 175°K$, distribuţia stărilor orto şi para este diferită de prevederile legii valabile la temperaturi scăzute pentru T_2.

Se pot specifica astfel amestecurile de echilibru e-H_2, e-D_2, e-T_2, stările para şi orto şi respectiv amestecurile normale, n-H_2, n-D_2, n-T_2.

7.3.3. Proprietăţile fizice ale izotopilor hidrogenului

Proprietatea	H_2	n-D_2	o-D_2	e-D_2	T_2
Punct triplu:					
temperatura, °K	13,92	18,58	18,63	18,67	20,5
presiunea, mm Hg	54,0	121	127,5	128,4	152
Punct de topire, °K	16	—	—	—	—
Punct normal de fierbere, °K	20,39	23,67	—	—	24,9
Punct critic:					
temperatura, °K	33,3	38,35	—	35,91	40,6
presiunea, at	12,8	16,432	—	14,64	18,1
volumul, cm³/mol	64,5	—	—	62,8	57,1

7.3.4. Proprietăţile fizice ale elementelor HD, HT, DT

Proprietatea	HD	HT	DT
Punct triplu:			
temperatura, °K	16,6	18,5	19,7
presiunea, mm Hg	92,85	124,5	143
Punct normal de fierbere, °K	—	23,6	24,3
Punct critic:			
presiunea, at	38,26	38,3	39,5
Volumul, cm³/mol	16,28	16,4	17,3
temperatura, °K	60,3	60	58,5

7.3.5. Ecuaţiile presiunilor de vapori ale izotopilor hidrogenului

H_2(solid) $$\lg p(\text{mm Hg}) = 4{,}66687 - \frac{44{,}9569}{T} + 20{,}537 \cdot 10^{-3} T$$

D_2(solid) $$\lg p(\text{mm Hg}) = 5{,}045 - \frac{72{,}4138}{T} + 0{,}06042\, T$$

T_2(solid) $$\lg p(\text{mm Hg}) = 6{,}4773 - \frac{88{,}002}{T}.$$

H_2(lichid) $$\lg p(\text{atm}) = 3{,}8015 - \frac{56{,}605}{T} - 0{,}10458 T + 0{,}003321\, T^2 - $$
$$- 0{,}00003219 T^3$$

D_2(lichid) $\lg p(\text{atm}) = 3{,}57979 - \dfrac{74{,}2894}{T} - 0{,}029345\,T + 0{,}00047507\,T^2$

T_2(lichid) $\lg p(\text{mm Hg}) = 6{,}0334 - \dfrac{78{,}925}{T} - 2 \cdot 10^{-4}\,(T - 25)^2$

7.3.6. Proprietăţi fizice ale unor combinaţii cu deuteriu

Combinaţia	Proprietatea	Valoarea constantei	
		Combinaţie deuterată	Combinaţie cu hidrogen
D_2O	Punct triplu:		
	temperatura, °K	276,97	273,16
	presiunea, mm Hg	5,06	4,58
	Punct de topire, °K	276,96	273,15
	Punct normal de fierbere, °K	374,57	373,15
	Punct critic,		
	temperatura, °K	644,65	647,35
	presiunea at	218,6	218,53
	Densitate, g/cm³ la 3,8°C	1,10538	1,00000 (maxim)
	la 5°C	1,10555	0,99999
	la 10°C	1,10595	0,99973
	la 11,20°C	1,10596 (dens. max.)	0,99961
	la 15°C	1,10583	0,99913
	la 20°C	1,10530	0,99823
	la 25°C	1,10440	0,99707
	la 30°C	1,10319	0,99568
	la 50°C	1,09565	0,98807
	la 100°C	1,06342	0,95838
	la 101,4°C	1,06229	0,95736
	Coborîrea molală a punctului de topire, °C	2,05	1,86
	Produs ionic la 20°C (v. cap. 5)	$0{,}16 \cdot 10^{-14}$	$1 \cdot 10^{-14}$
	Constantă dielectrică (cîmp static) la 25°C	80	81,5
	Conductibilitatea echivalentă limită, $\text{ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^2$	D^+ în D_2O 213,7 OD^- în D_2O 119	H^+ în H_2O 315 OH^- în H_2O 197,6
	Solubilitate, g NaCl în 100 g apă la 25°C	30,5	35,9
	Viscozitate dinamică la 25°C, cP	1,0992	0,8937
	Presiune de vapori, mmHg		
	la 10°C	7,7	9,209
	la 20°C	15,0	17,535
	la 30°C	27,7	31,824
	la 50°C	83,2	92,51

7.3.6 (continuare)

Combinaţia	Proprietatea	Valoarea constantei	
		Combinaţie deuterată	Combinaţie cu hidrogen
	la 100°C	721,2	760,00
	la 150°C	3500	3570,7
	la 200°C	11600	11661
	la 240°C	25100	25105
D_2S	Punct de topire, °K	187,1	187,6
	Presiune de vapori la punct de topire, mm Hg	163,0	173,7
D_2Se	Punct de topire, °K	206,2	207,4
	Presiune de vapori la punct de topire, mm Hg	193,4	205,4
D_2F_2	Punct normal de fierbere, °K	564,95	566,25
DCl	Punct de topire, °K	158,2	162,2
	Punct normal de fierbere, °K	191,6	188,1
	Temperatură, critică, °K	323,15	324,15
DBr	Punct de topire, °K	185,7	186,2
	Punct normal de fierbere, °K	206,3	206,3
	Temperatură critică, °K	361,95	363
DI	Punct de topire, °K	221,5	222,3
	Punct normal de fierbere, °K	237	237,5
	Temperatură critică, °K	421,75	424
DCN	Punct de topire, °K	261	259
	Punct normal de fierbere, °K	299,1	298,5
ND_3	Punct de topire, °K	199,6	195,3
	Punct normal de fierbere, °K	242,1	239,8
	Temperatură critică, °K	405,45	405,65
	Presiune de vapori, mm Hg		
	la 202,3°K	63	77
	la 213,0°K	154	181
	la 226,1°K	313	364
	la 232,10°K	445	511
	la 238,6°K	628	714
CD_4	Punct de topire, °K	89,2	90,6
	Presiune de vapori la punctul triplu, mm Hg	78,9	87,0
C_6D_6	Punct de topire, °K	279,79	278,65
	Punct normal de fierbere, °K	352,45	353,25
	Densitate la 20°C, g/cm³	0,95560	0,87596
	Indice de refracţie, n_D^{22}	1,49779	1,49882

7.4. PROPRIETĂȚILE FIZICE ȘI CHIMICE ALE COMBINAȚIILOR GAZELOR RARE: kripton, xenon, radon

Aceste elemente fac parte dintr-o grupă a sistemului periodic (v. cap. 6) caracterizată prin potențiale de ionizare ridicate și deci printr-o inerție mare chimică. Din această cauză, mult timp s-a crezut în imposibilitatea existenței unor combinații ale elementelor situate în această grupă, de unde denumirea de gaze zerovalente sau gaze nobile. Prevederile teoretice bazate pe structura electronică a acestor elemente, au arătat posibilitatea preparării unor combinații și în ultimul timp sinteza lor a dovedit valabilitatea teoriei. Teoria structurii acestor combinații nu este pe deplin stabilită (vol. II). Tabelul 7.4 prezintă o listă a celor mai importante combinații de acest tip cunoscute, și proprietățile lor fizice și chimice.

Combinația		Aspect, densitate (g·cm^{-3})	Punct de topire °C	Punct de fierbere °C	Diverse proprietăți
denumirea	formula				
Difluor-kripton	KrF_2	crist. inc.			subl. vid la −40°C
Tetrafluor-kripton	KrF_4	solid alb, desc.			
Kriptat de potasiu	KO_3Kr				desc.
Kriptat de bariu	BaO_4Kr				desc.
Difluor-xenon	XeF_2	crist. tetr. inc. 4,32	140; subl.		desc. cu H_2O, hidroxizi alcalini, alcooli, acizi; sol. apă 25 g/l (0°C), cu slție $KI \rightarrow I_2$
Tetrafluor-xenon	XeF_4	crist. mcl. inc., 4,04	~114 subl.		stabil anhidru
Hexafluor-xenon	XeF_6	crist. inc.	46		vapori și liq. gb., reacție violentă cu H_2O
Octafluor-xenon	XeF_8	gaz gb.			atacă sticla, hidroliză
	$XeF_6 \cdot BF_3$	solid alb	90		
	$XeF_2 \cdot 2SbF_5$	solid gb.	60 subl.	distilă pînă la 120 fără desc.	
	$XeF_2 \cdot 2TaF_5$	solid inc.	81		

7.4 (continuare)

Combinația		Aspect, densitate ($g \cdot cm^{-3}$)	Punct de topire °C	Punct de fierbere °C	Diverse proprietăți
denumirea	formula				
Trioxi-xenon	XeO_3	solid or.			
Tetraoxi-xenon	XeO_4	liq. inc.	−28		
Oxitetra-fluor-xenon	$XeOF_4$	liq. inc.	−41		hidroliză la XeO_3; comb. analoge $XeOF_2$, XeO_2F_2
Xenat de sodiu	$Na_4XeO_6 \cdot 8H_2O$	crist. or. 2,38; anh. 2,59			încălzire pînă la 300°C fără desc.
Xenat de bariu	$Ba_2XeO_6 \cdot 1,5\ H_2O$	solid alb			desc. de la 125°C
	$Xe(PtF_6)_x$	solid gb. rş.			
Hexafluor radon	RnF_6	solid			

7.5. MINERALE

Tabelele 7.5.1 și 7.5.2 conțin lista mineralelor mai importante, cu compoziția chimică și proprietățile lor caracteristice precum și locul unde se găsesc. După cum s-a arătat (v. cap. 6), fără o concentrare a acestor minerale în zăcăminte, datorită unor fenomene geologice, nu ar fi posibilă o exploatare economică.

O examinare a fenomenelor genetice conduce la următoarea clasificare a zăcămintelor.

I. *Zăcăminte endogene (magmatice)*. Aceste corespund unor concentrații de minerale utile asociate genetic, cu activitate magmatică. Din acestea fac parte:

1) Zăcăminte magmatice propriu-zise (lichide magmatice), rezultate direct din magmă prin diferențiere, de mai multe tipuri:

— Zăcăminte protomagmatice, formate în prima fază de întărire a magmei, precedînd sau fiind simultane cu formarea silicaților rocilor înconjurătoare. Acestea sînt surse importante de platină, diamant și crom.

— Zăcăminte histeromagmatice, formate ulterior silicaților, prin cristalizarea pe loc sau după injecția lichidului magmatic rezidual. Acestea sînt surse importante de crom, fier, titan, vanadiu, apatite (fosfor).

— Zăcăminte de licuație, formate prin cristalizarea topiturii de sulfuri metalice, după cristalizarea fracțiunii topite de silicați. Acestea reprezintă surse de nichel, cobalt, cupru și platină.

2) Zăcăminte pegmatitice, formate prin cristalizarea reziduului magmatic de natură granitică, pe loc sau după injecție. Ele constituie surse de feldspați (K), mică, cuarț, litiu, oxizi și sulfuri metalice, wolframați, niobați și tantalați, uraniu, molibdenit.

3) Zăcăminte de metasomatism de contact (pirometasomatism), formate în aureola de contact a unei intruziuni granitice prin procese de metasomatism. Acestea sînt surse de fier, cupru, zinc, molibden, wolfram, carbon (grafit).

4) Zăcăminte de sublimare, rezultate din condensarea emanaţiilor vulcanice; sînt surse de sulf şi bor.

5) Zăcăminte hidrotermale, formate din soluţii magmatice (uneori cu ape meteorice) ascendente şi fierbinţi, prin umplerea golurilor din scoarţă şi prin metasomatism. Dintre acestea fac parte:

— Zăcăminte hipotermale, de adîncimi mari; constituie surse de aur, staniu, wolfram, molibden, cupru.

— Zăcăminte mezotermale, de adîncimi medii. Ele sînt surse de cupru, plumb, aur, uraniu, bismut, vanadiu, nichel, arsen, pirită, azbest, talc, fluorină, baritină, witerit.

— Zăcăminte epitermale, de adîncime mică; sînt surse de aur, argint, plumb, zinc, cupru, stibiu, mercur.

II. *Zăcăminte exogene* (secundare) corespunzătoare unor concentraţii de minerale utile formate în urma transformării substanţelor din roci şi din zăcăminte preexistente. Din acestea fac parte:

1) Zăcăminte de alterare care se subdivid în:

— Zăcăminte reziduale, formate prin concentrarea substanţelor reziduale; constituie surse de fier, mangan, nichel şi aluminiu.

— Zăcăminte de infiltraţie, formate din soluţii care au pătruns în scoarţă prin fenomene de depunere, de înlocuire şi reducere (în roci sedimentare); constituie surse de cupru, uraniu, vanadiu.

2) Zăcăminte sedimentare, formate în bazine terestre şi mai ales marine, din substanţele provenite din alterare şi depuse de ape curgătoare. Acestea se subdivid în:

— Zăcăminte mecanice, formate prin concentrarea gravitaţională a mineralelor grele şi rezistente la alterare chimică, din timpul transportului; constituie surse de aur, platină, staniu, diamant, monazit, zirconiu.

— Zăcăminte de evaporare, formate din soluţii prin evaporarea apei. Reprezintă surse de cloruri, sulfaţi, carbonaţi de sodiu, potasiu, magneziu, gips, anhidrit.

— Zăcăminte sedimentare propriu-zise (biochimice şi coloidale), formate din substanţele transportate de soluţii, suspensii mecanice sau coloidale, prin procese chimice, biochimice şi coloidale. Reprezintă surse de fier, mangan, aluminiu, fosfor, sulf, diatomite, bentonite.

III. *Zăcăminte metamorfogene* formate din: zăcăminte preexistente şi din anumite roci, prin metamorfism în special dinamotermic (regional). Acestea se subdivid în:

— Zăcăminte metamorfozate, rezultate din zăcăminte preexistente, de obicei de origine sedimentară, prin metamorfism regional; ele sînt surse de fier, mangan, cupru.

— Zăcăminte metamorfice, formate din anumite roci, prin metamorfism regional; ele sînt surse de azbest, talc, grafit, grupa disten, silimanit-andaluzit.

Prescurtări folosite în tabelele următoare:

adam. = adamantin
albst. = albastru
am. = amorf
br. = brun
cşiu = cenuşiu
cub. = cubic
gb. = galben
hex. = hexagonal
inc. = incolor
măts. = mătăsos
mcl. = monoclinic
met. = metalic
min. = mineral

n. = negru
oct. = octaedric
or. = ortorombic
păm. = pămîntos
port. = portocaliu
prp. = purpuriu
răşin. = răşinos
rmbdr. = romboedric
romb. = rombic
rş. = roşu
sidef. = sidefos
s. suf. = sub suflai
st. = sticlos

tetr. = tetragonal
tetrdr. = tetraedric
trf. = trandafiriu
tricl. = triclinic
trig. = trigonal
v. = violet
vd. = verde
(a.) = abundent
(c.) = comun
(f.r.) = foarte rar
(n.) = neobişnuit
(r.) = rar

7.5.1. Minerale. Compoziţie. Proprietăţi

Denumirea	Compoziţia	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăţi speciale, geneză	Răspîndire
Acantit	Ag_2S	romb.	2...2,5	7,2...7,3	albst. cşiu.	met.	la 179° trece (reversibil) în forma cub.; fotoelectric	R. S. Cehoslovacia (Boemia), Mexic; (f. r.)
Actinolit	v. amfiboli							
Adular	v. feldspaţi							
Alabandină	MnS	cub.	3,5...4	3,9...4,1	n.	semimet.	urmă vd.; cu carbonaţi de Mn pe filoane extrusive de aur	Asia Mică, Mexic., Europa, R.S.R. (r.)
Albit	v. feldspaţi							
Almandin	v. granaţi							
Alunit	$K_2Al_6[(OH)_{12}(SO_4)_4]$	hex.	3,5...4	2,58...2,75	alb	slab st.	decrepită; fotoluminescent	Europa; (n.)
Ametist	$SiO_2 + Mn$	hex.	7	2,65...2,66	v., prp.	st.		U.R.S.S. (Urali), India, S.U.A., Canada; (c.)
Amfiboli:								
Actinolit	$Ca(Mg,Fe)_3[(SiO_3)_4]$	mcl.	5...6	3...3,2	vd.-cşiu., vd.	st.	în şisturi cristaline	(c.)
Antofilit	$(Mg,Fe)(SiO_3)$	romb.	5,5...6	2,85...3,2	br.-gb. cşiu.	st.	în şisturi cristaline	U.R.S.S.; (r.)
Arfvedsonit	$Na_5Ca(Fe,Mg,Ti)_7Fe_3^{2+}[(OH)_4(Al,Fe)Si_{15}O_{44}]$	mcl.	6	3,44...3,45	albst.-n.	st.	în roci eruptive alcaline	Norvegia, Groenlanda, R.S.R.; (r.)

Denumirea	Compoziția	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăți speciale, geneză	Răspîndire
Glaucofan	$Na(Al,Fe)[(SiO_3)_2] + (Mg,Fe)[SiO_3]$	mcl.	6...6,5	3...3,15	albst. închis	st.	în șisturi cristaline	U.R.S.S.; (r.)
Hornblendă bazaltică	$(Na,K)_{2...3}Ca_{4...6}$ $Fe_{1...3}$ $Ti_{0...2}$ $(Fe,Al)_{2...3}$ $[(OH)_4 \cdot Al_4Si_{12}O_{44}]$	mcl.	6	3...3,4	n.	st.	în roci eruptive efuzive	
Hornblendă comună	$(Na,K)_{0.5...2}Ca_{3...4}$ $Mg_{3...8}Fe_{2...4}(Al,Fe)_2[(OH)_4 \cdot$ $\cdot Al_{2...4}Si_{12...14}O_{44}]$	mcl.	6	3...3,4	n.-vd.	st.	în șisturi cristaline	(a.)
Riebeckit	$NaFe^{3+}[(SiO_3)_2] + Fe[SiO_3]$	mcl.	4	3,4	n.-albst.	st.	în roci eruptive alcaline	Portugalia, Corsica, R.S.R.; (r.)
Tremolit	$CaMg_3[(SiO_3)_4]$	mcl.	5...6	2,9...3,2	alb	st.	termoluminiscent, gb.	Elveția; (c.)
Analcim	$Na[AlSi_2O_6]H_2O$	cub.	5...5,5	2,2...2,3	alb	st.		Europa, Colorado; (n.)
Anauxit	v. caolin							
Andaluzit	$Al_2[OSiO_4]$	romb.	7,5	3,1...3,2	divers colorat	st.	în roci metamorfice	U.R.S.S. (Urali) S.U.A., R.S.R.; (c.)
Andezin	v. feldspați							
Andradit	v. granați							
Anglesit	$PbSO_4$	romb.	2,8...3	6,3...6,4	alb	adam.-st.	decrepită, fotoluminescent; în zăcăminte de Pb prin oxidarea galenei	U.R.S.S., Anglia, Germania, Spania, S.U.A., Africa de S-V, R.S.R.; (c.)

Anhidrit	$CaSO_4$	romb.	3...3,5	2,8...3	alb	st.-sidef.	diamagnetic; sedimentar, în parte metamorfic	Polonia, U.R.S.S., Germania, Franța, S.U.A., R.S.R.
Anortit	v. feldspați							
Anortoclaz	v. feldspați							
Antigorit	v. clorite							
Antimoniu (Stibiu)	Sb	hex.	3...3,5	6,6...6,7	alb	met.		Germania, Franța, California; (r.)
Antofilit	v. amfiboli							
Apatit	$Ca_5[(F, Cl, OH)(PO_4)_3]$	hex.	4,5...5	3,17...2,23	vd., albst.-vd., v.-vd., v.-albst., alb	st.- semirăşin.	fotoluminescent; termoelectric, piro- şi piezoelectric	U.R.S.S., R.S.R.; (c.)
Aragonit	$CaCO_3$	romb.	3,5...4	2,93	alb, cşiu. st. v.,vd.	st.	fotoluminescent	Cehoslovacia, Germania, Italia (Sicilia) (a.)
Argentit	Ag_2S	cub.	2...2,5	7,2...7,4	n. cşiu.	met.	cub. peste 180°, or. sub 180°; fotoelectric	S.U.A., Mexic, Germania; (n.)
Argint	Ag	cub.	2,5...3	10,1...11,1	alb	met.	ductil, maleabil	Norvegia, Germania, Chile, Colorado, Canada
Arsen	As	hex.	3,5	5,7	alb	met.	s. suf. miros de usturoi	Saxonia, Japonia, Canada, R.S.R.;(r.)
Azbest de crisotil (de serpentin)	$Mg_6[(OH)_6Si_4O_{11}]\cdot H_2O$	mcl.	3...4	2,3...2,5	vd.-variat	măts.	pe crăpături în serpentin	U.R.S.S., Canada, Africa de Sud, R.S.R.

Denumirea	Compoziţia	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăţi speciale, geneză	Răspîndire
Azbest de hornblendă (amiant)	$CaFe_{0...1,5}Mg_{1...2,5}[(OH)Si_4O_{11}]$	mcl.	—	2,5...3,3	—	—	în şisturi cristaline	U.R.S.S., Canada
Augit	v. piroxeni							
Aur	Au	cub.	2,5...3	15,6...19,33	auriu	met.	magmatic	U.R.S.S., Africa de Sud, S.U.A., Australia, R.S.R.
Auripigment	As_2S_3	mcl.	1,5...2	3,4...3,5	gb. lămîie	gras-sidef.	volatil; magmatic	Japonia, Macedonia, R.S.R.; (n.)
Azurit	$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	mcl.	3,5...4,3	3,4...3,8	albst. închis	st.	termoluminescent	U.R.S.S., Japonia, S.U.A., Spania, R.S.R.; (c.)
Babingtonită	v. piroxeni							
Baddeleyit	ZrO_2 + puţin HfO_2	mcl.	6,5	4,4...6,0	gb., n., br.	măts.-gras	1,2% Hf; s. suf. strălucitor	Ceylon, Brazilia; (f.r.)
Barit	$BaSO_4$	romb.	2,5...3,5	4,3...4,6	alb	st., sidef.	decrepită, fotoluminescent, diamagnetic; magmatic	U.R.S.S., Germania, S.U.A., Anglia, Franţa, R.S.R.; (c.)
Bauxită	AlO(OH)	am.	moale	2,55	alb., br., rş.	păm.	neplastic	Franţa, U.R.S.S., R.S.R.; (c.)
Beril	$Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$	hex.	7,5...8	2,6...2,8	vd., albst., gb., alb	st.	slab piroelectric, paramagnetic; magmatic	U.R.S.S., Afrca de de S-V, Brazilia, R.S.R.; (c.)
Biotit	v. mice							
Bismutină	Bi_2S_3	romb.	2	6,4...6,5	cşiu., alb	met.	urmă cşie.; termo- şi fotoelectric	Bolivia, Germania, Australia, R.S.R.; (r.)

Blendă	ZnS	cub.	3,5...4	3,9...4,2	gb., br., n.	semimet.	urmă gb. sau br.; magmatic	U.R.S.S., S.U.A., Australia, Germania, R.S.R.; (c.)
Borax	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	mcl.	2...2,5	1,7	inc., cşiu.	st.-gras	descrepită, diamagnetic	U.R.S.S., S.U.A.; (c.)
Bornit	Cu_5FeS_4	cub.	3	4,9...5,4	rş., br.	met.	urmă n.-cşiu.; mggmatic	U.R.S.S., Germania, S.U.A., R.S.R.; (c.)
Bournonit	$3(Pb,Cu_2)S \cdot Sb_2S_3$	romb.	2,5...3	5,7...5,9	cşiu.-oţel, n.-fier	met.	descrepită, fotoelectric	Germania, Franţa, Anglia; (n.)
Braunit	$3Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$	tetr.	6...6,5	4,7...4,8	br.-n.; cşiu.-oţel	semimet.		Suedia, India, Brazilia; (r.)
Bronzit	v. piroxeni							
Brookit	TiO_2	romb.	5,5...6	3,8...4,1	br., gb., rş., n.-fier	adam.-semimet.		Europa, S.U.A.; (r.)
Brucit	$MgO \cdot H_2O$	hex.	2,5	2,3...2,4	alb	st.-sidef.	piroelectric, fotoluminescent	Italia, Suedia, S.U.A.; (c.)
Bytownit	v. feldspaţi							
Cainit	$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$	mcl.	3	2,1	alb.-gb., cşiu.	st.		Germania, Polonia; (r.),
Calamină	$Zn_2SiO_4 \cdot H_2O$	romb.	4,5...5	3,4...3,5	alb		decrepită, puternic piroelectric; triboluminescent	U.R.S.S. (Siberia), Germania Anglia, S.U.A.; (c.)
Calaverit	$AuTe_2$	mcl.	2,5	9,0	cşiu.-oţel, gb.	met.		R.S.R., Australia, California, Colorado; (r.)
Calcit	$CaCO_3$	rmbdr.	3	2,6...2,71	alb, rş., albst., v., vd., gb., cşiu.	st.-păm.	s. suf. strălucitor; fluorescent rş.; fotoluminescent; magmatic	foarte răspîndit

Denumirea	Compoziția	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăți speciale, geneză	Răspîndire
Calcopirită	$CuFeS_2$	tetr.	3,5...4	4,1...4,3	vd., gb.	met.	structura blendei în care Cu și Fe înlocuiesc Zn	foarte răspîndit
Calcosină	Cu_2S	romb.	2,5...3	5,5...5,8	n.-cșiu	met.	la 91° trece în forma cub.	Bolivia, S.U.A., Germania, R.S.R.; (c.)
Caolin:								
Anauxit	$Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 2H_2O$	mcl.	2,5	2,524	alb		structura caolinitei	răspîndit
Caolinit	$Al_2[(OH)_4Si_2O_5]$	mcl.	2,5	2,59	alb-gb., vd. deschis	sidef., păm. adam.	structură microcristalină în zăcăminte hidrotermale de caolin	răspîndit
Dickit	$Al_2[(OH)_4Si_2O_5]$	mcl.	2,5	2,62	alb			răspîndit
Nacrit	$Al_2[(OH)_4Si_2O_5]$	mcl.	2,5	2,5	alb, vd.-albst.	sidef.	apotermal prin procesele de alterare	răspîndit
Carnalit	$MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$	romb.	1	1,6	alb.-rș.	gras	puternic fosforescent	U.R.S.S., Germania, Polonia; (n.)
Casiterit	SnO_2	tetr.	6...7	6,8...7,1	br., n., rș.	adam.	urmă gb.	U.R.S.S., Malaezia Bolivia, Macau; (n.)
Celestină	$SrSO_4$	romb.	3...3,5	3,95	alb, gb.-albst.	st.-sidef.	decrepită; hidrotermal	U.R.S.S., Anglia, Germania, R.S.R.; (r.)
Celsian v. feldspați								

Ceruzit	$PbCO_3$	romb.	3...3,5	6,46... ...6,574	alb. cșiu.	adam.-st.	urmă albă; decrepită, piroelectric, fotoluminescent	S.U.A., Europa, R.S.R.; (c.)
Chamosit	v. clorite							
Cinabru	HgS	hex.	2...2,5	8...8,2	rș.-n.-br	adam	urmă rș.-br.; hidrotermal la temperaturi foarte joase	Italia, S.U.A., Mexic, Spania, R.S.R.; (n.)
Clinoclor	v. clorite							
Clinoenstatit	v. piroxeni							
Cloantit	$NiAs_{3...2}$	cub.	5	6,5	alb, cșiu	met.	urmă n.-cșie; hidrotermal în zăcăminte de Co și Ni	U.R.S.S., Canada, Germania
Clorite:								
Antigorit	$Mg_3[(OH)_4Si_2O_5]$	romb.?	—	—	vd.-n.	măts.-sidef.	în serpentine	Italia, Tirol, Finlanda
Chamosit	$(Fe,Mg)_3[Al_2Si_2O_{10}] \cdot nH_2O$		—	—	cșiu.-vd. n.-vd.,		sedimentar	Cehoslovacia, Elveția, S.U.A., Germania
Clinoclor	$Mg_5Al[(OH)_8 \cdot AlSi_3O_{10}]$	mcl.	2...2,5	2,65...2,78	albst.-vd.-n.	sidef.	în zăcăminte alpine, pe crăpături și în clorito-șisturi	U.R.S.S. (Urali)(c.)
Pennin	$Mg_5(Mg, Al)[(OH)_8 \cdot AlSi \cdot Si_3O_{10}]$	mcl.	2...2,5	2,6...2,85	vd.-albst.	st.	exfoliază; în zăcăminte alpine din șisturile cristaline pe crăpături	
Proclorit	$(Mg, Fe)_5Al[(OH)_8 \cdot Al \cdot Si_3O_{10}]$	mcl.	1...2	2,78...2,96	vd.-n.	sidef.	în cloritoșisturi cu magnetită	Alpi, Carolina

Denumirea	Compoziţia	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăţi speciale, geneză	Răspîndire
Cobaltină	CoAsS	cub.	5,5	6...6,3	alb-argint-rş.	met.	termoelectric; hidrotermal în salbande	Canada, Congo, Norvegia, Australia R.S.R.; (n.)
Cordierit	$Mg_2Al_3[AlSi_5O_{18}]$	romb.	7...7,5	2,6...2,7	cşiu., albst.	gras	mineral de contact în şisturile cristaline	Ceylon, Brazilia, Norvegia, U.R.S.S. R.S.R.; (n.)
Corindon	Al_2O_3	hex.	9	3,9...4,1	albst., rş., v., cşiu., br. alb	st.-adam	în segregaţii magmatice de magnetită, în filoane pegmatice, în roci metamorfice	varietăţi nobile în: Ceylon, Birma, Siam, Madagascar; varietăţi comune în: Ontario, India, Madagascar, Australia de nord Smirna (şmirghel), R.S.R. etc. (n.)
Covelină	CuS	hex.	1,5...2	4,6	n. albst.	semimet. răşin.	produs de alterare a sulfurilor de cupru; urmă n.	U.R.S.S., S.U.A. Germania, Iugoslavia, R.S.R.; (r.)
Criolit	$Na_3[AlF_6]$	mcl.	2,5	2,9...3,0	alb de zăpadă, rş. br.	st.-gras	structură asemănătoare granatului cub. la 570°; în pegmatite	Groelanda, Colorado, U.R.S.S.; (n.)
Crisoberil	Al_2BeO_4	romb.	8,5	3,5...3,8	vd. variat	st.	în pegmatite granatice, micaşisturi, aluviuni	Brazilia, Ceylon, U.R.S.S. (Urali); (n.)
Cristobalit	v. cuarţ							
Crocidolit (azbest)	$(Na, K)_2Mg_2$ Fe^{2+} Fe^{3+} $[(OH)_4Si_{16}O_{44}]$		4	3,2...3,3	albst. indigo, br.	măts.		Republica Sud Africană, Franţa S.U.A., Austria

Cromit	$FeCr_2O_4$	cub.	5,5	4,3...4,6	n.-fier; albst.-n.	semimet. met.	rar, slab magnetic	Rhodesia, Noua Caledonie, S.U.A. (Carolina, Pensylvania, California); (a.)
Cuarț	SiO_2	hex.	7	2,653	variat; alb-n.	st.		(a.)
Cristobalit	SiO_2	tetr.?	6...7	2,27	alb	slab		Mexic, California; meteoriți; (n.)
Tridimit	SiO_2	hex.?	7	2,28...2,33	alb	st., sidef.		Mexic, Germania, Franța, Japonia; (n.)
Cuprit	Cu_2O	cub.	3,5...4	5,8....6,2	rş.	adam.-semimet.	simetrie normală; fotoelectric	U.R.S.S., Franța S.U.A. (Arizona); (n.)
Dialag	v. piroxeni							
Diamant	C	cub.	10	3,516... 3,525	alb, gb. rş., vd., albst., n.	adam-gras	în roci eruptive f. bazice bogate în olivină, în aluviuni diamantifere; triboluminescent; fosforescent; triboelectric și fotoluminescent	S.U.A., Congo-Brazaville, Africa de S-V, Brazilia, India, Borneo, Australia
Diaspor	AlO(OH)	romb.	6,5...7	3,3...3,5	alb, cșiu gb.-br.	st.-sidcf.	decrepită; în roci metamorfice	U.R.S.S., Franța, S.U.A., Italia, R.S.R.; (n.)
Dickit	v. caolin							
Dicrasit	Ag_3Sb	romb.	3,5...4	9,4...9,8	alb-argintiu	met.		minereu principal; (n.)
Diopsid	v. piroxeni							

Denumirea	Compoziția	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăți speciale, geneză	Răspîndire
Disten (Cianit)	$Al_2[(O)(SiO_4)]$	tricl.	4...4,5 după axul vertical) 6...7 (pe direcția axului)	3,6...3,7	albst., roz	sidef.-st.	mineral metamorfic în gneise și micașisturi	S.U.A. India, Brazilia, R.S.R.
Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$	hex.	3,5...4	2,8...2,9	inc., alb și colorat	st., sidef.	în filoane; paramagnetic	(a.)
Enargit	Cu_3AsS_4	romb.	3	4,3...4,5	cșiu-oțel, n.	met.	urmă n.-cșiu.; decrepită; hidrotermal (filoane)	S.U.A., Peru, Chile, Africa de S-V, Argentina, R.S.R.; (c.)
Enstatit	v. piroxeni							
Epidot	$Ca_2(Al, Fe)_3$ $[(OH) \cdot (SiO_4)_3]$	mcl.	6...7	3,2...3,5	vd.-variat	st.		Franța, Italia, S.U.A., Germania R.S.R.; (a.)
Euclaz	$Al[BeSiO_4OH]$	mcl.	7,5	3,1	inc., vd.	st.	în cloritoșisturi, în aluviuni aurifere; tribo- și piroelectric	U.R.S.S. (Urali) Brazilia; (r.)
Fayalit	$Fe_2[SiO_4]$	romb.	6,5	4,1...4,3	vd. gb., br. albst.	semimet. rășin.		Islanda, Azore Franța, Irlanda; (r.)
Feldspați:								
Adular	$K[AlSi_3O_8]$	mcl.			inc.	st.	în filoane hidrotermale, pe crăpături alpine	Alpi, R.S.R.

Albit	$Na[AlSi_3O_8]$	tricl.	6...6,5	2,60...2,62	alb, vd. n., rş.	st., sidef	piroelectric; magmatic	Elveţia, Franţa, Colorado; (a.)
Andezin	30...50% anortită	tricl.	6	2,676	alb. vd.	st.	în roci eruptive intermediare	Japonia
Anortit	$Ca[Al_2Si_2O_8]$	tricl.	6...6,5	2,74... 2,76	cşiu., alb rş.	st.		
Anortoclaz	$(Na,K)\ [AlSi_3O_8]$	tricl.	6	2,57... 2,60	alb	st.		Italia, Norvegia
Bytownit	70...90% anortită	tricl.	6	2,73	cşiu., alb vd.	st.	magmatic	meteoriţi; (r.)
Celsian	$Ba[Al_2Si_2O_8]$	mcl.	6...6,5	3,37	variat	st.		Suedia; (f.r.)
Hyalofan	$(K_2,Ba)[Al_2Si_4O_{12}]$	mcl.	6...6,5	2,805	alb, trf. vd.	st.		Elveţia, Suedia. Franţa
Labradorit	50...70% anortită	tricl.	6	2,68... 2,72	alb, cşiu, br.	st.	magmatic	Labrador, U.R.S.S. Australia S.U.A.; (a.)
Microclin	$(Na,K)[AlSi_3O_8]$	tricl.	6...6,5	2,54... 2,57	alb., rş. vd., gb.	st.	vd.: piatră „Amazon"	Madagascar, U.R.S.S. (Urali), S.U.A., R.S.R.;(a.)
Oligoclas	10...30% anortită	tricl.	6	2,62... 2,65	alb, cşiu., vd., rş.	st.	magmatic	U.R.S.S., Norvegia S.U.A.; (a.)
Ortoclaz	$K[AlSi_3O_8]$	mcl.	6	2,56... 2,58	alb, trf.	st.	piroelectric	cel mai comun silicat
Flogopit	v. mice							
Fluorit	CaF_2	cub.	4	3...3,33	variat	st.	decrepită; culoarea variază la căldură; tribo-, termo-, fotoluminescent	S.U.A., Anglia, Spania, Franţa, Germania, R.S.R.; (c.)

Denumirea	Compoziţia	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăti speciale, geneză	Răspîndirea
Forsterit	$Mg_2[SiO_4]$	romb.	6...7	3,2...3,3	alb, vd-gb.	st.		Italia, Norvegia, U.R.S.S. (Urali)(r.)
Freieslebenit	$2Ag_2S \cdot 3PbS \cdot 2Sb_2S_3$	mcl.	2	6,2...6,4	cşiu.-oţel, alb-argint	met.		R.S.R., Saxonia, Spania, Colorado, (r)
Galenă	PbS	cub.	2,5...2,7	7,4...7,7	cşiu.-Pb.	met.	urmă n.-cşiu.; decrepită, fotoelectric; hidrotermal	S.U.A., Australia, Mexic, Bolivia, Canada, Spania, Germania Polonia, R.S.R.(c.)
Gehlenit	$CaO \cdot MgO \cdot Al_2O_3$ SiO_2	tetr.	5,5...6	3,04	cşiu.-vd., br.	răşin, st.		Italia, R.S.R., Mexic
Glaucofan	v. amfiboli							
Gips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	mcl.	1,5...2	2,32	alb, cşiu, gb., albst	st. sidef.	fotoluminescent.	foarte abundent; R.S.R.
Goethit	FeO(OH)	romb.	5...5,5	4,28	br., gb.	semimet.	urmă br., gb.-br.	S.U.A., Franţa, Anglia, Germania, U.R.S.S., R.S.R.; (c.)
Grafit	C	hex.	1...2	2...2,3	n.-fier	met., mat	urmă cşiu.	Ceylon, Cehoslovacia, Italia, Mexic, S.U.A., Germania, U.R.S.S R.S.R.; (c.)
Granaţi:								
Almandină	$Fe_3Al_2[SiO_4]_3$	cub.	6,5...7	4,25	rş. n.-br.	st., g		cel mai comun granat

Andradit	$Ca_3Fe_3[SiO_4]_3$	cub.	6,5...7	3,75	inc., gb. br., vd., n.	st.		U.R.S.S. (Ural), R.S.R. (n.)
Grosular	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	cub.	6,5...7	3,53	gb. inc., vd., br.	st.		U.R.S.S. (Ural, Siberia), Italia, Spania, S.U.A., Africa de Sud, Ceylon, R.S.R.;(c.)
Pirop	$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$	cub.	6,5...7	3,51	rş.	st.		Boemia, Africa de Sud, S.U.A.; (n.)
Spessartin	$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$	cub.	6,5...7	4,18	gb., br.	st.		U.R.S.S. (Ural), S.U.A., Madagascar (n.)
Urarovit	$Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$	cub.	6,5...7,5	3,41... 3,52	vd.	st.		U.R.S.S. (Ural, Siberia); (r.)
Grosular	v. granaţi							
Hausmanit	Mn_3O_4	tetr.	5...5,5	4,71... 4,85	br.-n.	semimet.		Munţii Harz, Suedia, Brazilia
Hedenbergit	v. piroxeni							
Hematit	α-Fe_2O_3	hex.	5,5...6,5	4,9...5,3	cşiu. -oţel n.-fer	met. matr.	urmă rş., br. -rş.	U.R.S.S., S.U.A., Italia, R.S.R; (r)
Hessit	Ag_2Te	cub.	2,5...3	8,3...8,5	cşiu.	met.		R.S.R., Chile, California, Colorado; (r.)
Hidrargilit	γ-$Al(OH)_3$	mcl.	3	2,35	alb. —vd cşiu.	sidef., st.	în zăcăminte de bauxită	
Hipersten	-v. piroxeni							
Hornblendă bazaltică	v. amfiboli							
Hornblendă comună	v. amfiboli							
Hyalofan	v. feldspaţi							

Denumirea	Compoziția	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăți speciale, geneză	Răspindirea
Ilmenit	$FeTiO_3$	hex.	5...6	4,5...5,1	n. -fer	met.	urmă br. -n.	U.R.S.S. (Ural), S.U.A., Norvegia Suedia; (c.)
Jadeit	v. piroxeni							
Kieserit	$MgSO_4 \cdot H_2O$	mcl.	3,5	2,5...2,6	alb-gb.	st.	decrepită; în zăcămintele sărurilor de K	Germania, Austria, India; (a.)
Labradorit	v. feldspați							
Lazurit (Lapis lazuli)	$(Na,Ca)_8[(SO_4,S,Cl)_2(AlSiO_4)_6]$	cub.	5...5,5	2,4...2,5	albst.	st.	mineral de contact în calcare	Afganistan Buchara, Chile
Lepidocrocit	γ-FeO(OH)	romb.	5	4	rș., rș. -gb.	adam.	—	—
Lepidolit	v. mice							
Lepidomelan	v. mice							
Leucit	$K[AlSi_2O_6]$	β-romb. sub 605° α cub. peste 605°	5,5...6	2,45... 2,50	alb, cșiu.	st.	magmatic sau mai ales în roci efusive.	Italia, S.U.A.; (n.)
Limonit	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$	—	5...5,5	3,6...4,0	—	—	—	(a.)
Lölingit	$FeAs_2$	romb.	5...5,5	6,8...7,4	alb, cșiu	met..		Austria, Munții Harz, S.U.A.; (r.)
Ludwigit	$(Mg,Fe)_2Fe(O_2 \cdot BO_3)$	romb.	5	4,1	cșiu. n.	st. măts.	—	R.S.R.

Magnetit	Fe_3O_4	cub.	5,5...6,5	5,16... 5,18	n. -fer	met.	urmă n.; magnetic	U.R.S.S., Suedia, S.U.A. R.S.R. (a.)
Magnezit	$MgCO_3$	rmbdr.	3,5...4,5	3...3,1	alb, gb.	br. st.	fotoluminescent	U.R.S.S., S.U.A., Germania, Austria Grecia
Malachit	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	mcl.	3,5...4	3,9...4,03	vd.	st. măts.	urmă vd.; în zona de oxidație a minereurilor de Cu	U.R.S.S., Australia, S.U.A., R.S.R.
Manganezit	MnO	cub.	5...6	5,18	vd.	st.	la aer devine n.; fotoluminescent	Suedia; (f. r.)
Manganit	$MnO(OH)$	romb.	4	4,2...4,4	cșiu., n.	semimet.	—	Munții Harz., Suedia, S.U.A.; (n.)
Marcasit	FeS_2	romb.	6...6,5	4,85... 4,9	gb.	met.	diamagnetic	Boemia, Saxonia, Franța, S.U.A.; (c.)
Miargirit	$AgSbS_2$	mcl.	2...2,5	5,1...5,3	n., cșiu.	adam., met.	urmă rș.; fotoelectric.	Freiberg, S.U.A., R.S.R.
Mice								
Biotit	$K(Mg,Fe,Mn)_3[(HO,F)_2(AlSi_3O_{10})]$	mcl.	2,5...3	2,7...3,1	br., n.-vd.	sidef. met.	mineral melanocrat	
Flogopit	$KMg_3[(F,OH)_2(AlSi_3O_{10})]$	mcl.	2,5...3	2,78... 2,85	inc., gb., br., vd.	sidef.	pneumatolitic de contact	Ceylon, Italia, S.U.A.; (c.)
Lepidolit	1. $KLi_2Al[(F,OH)_2(Si_4O_{10})]$ 2. $KLi_{1,5}Al_{1,5}[(F,\ OH)\frac{1}{2}O)_2(AlSi_3O_{10})]$	mcl.	2,5...4	2,8...3,3	rș., alb, cșiu., vd.	sidef	pneumatolitic și pegmatitic	Germania, Cehoslovacia, S.U.A., Canada, Madagascar
Lepidomelan	$K(Fe,Mg,Al)_3[(OH)_2\ (Si,\ Al)_4O_{10}]$	mcl.	3	3,1	n., br.,	sidef.	—	Suedia, Norvegia, Irlanda
Muscovit	$KAl_2[(OH,F)_2(AlSi_3O_{10})]$	mcl.	2...2,25	2,76...3	inc., gb. br., vd.	sidef.	în roci eruptive, metamorfice	U.R.S.S., S.U.A., India, Canada, R.S.R.; (a.)

Denumirea	Compoziția	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăți speciale, geneză	Răspîndirea
Paragonit	$NaAl_2[(OH,F)_2(AlSi_3O_{10})]$	mcl.	3	2,78...2,9	gb., vd., cșiu.	sidef.	—	Elveția, Saxonia, Italia; (n.)
Zinnwaldit	$KLiFe^{3+}Al[(F,OH)_2(AlSi_3O_{10})]$	mcl.	3	~ 3	v., cșiu., gb., br.	—	—	Germania, Anglia, Alasca, Groenlanda
Microclin	v. feldspați							
Mispichel	FeAsS	romb.	5,5...6	5,9...6,2	alb-cșiu.,	met.	—	—
Molibdenit	MoS_2	hex.	1...1,5	4,7...4,8	cșiu.	met.	urmă cșiu. închis; pegmatitic și pneumatolitic	S.U.A., Mexic, Peru, Norvegia, Canada, R.S.R.
Monazit	$Ce(PO_4)$	mcl.	5...5,5	4,9...5,3	rș., br.	rășin.	49...74% Ce; 1...4% Y; 1...20% ThO_2 în zăcăminte aluvionare, în pegmatite	India, Brazilia S.U.A., U.R.S.S., Ceylon
Muscovită	v. mică							
Nacrită	v. caolin							
Nagyagit Sacarîmbit)	$AuTe_2 \cdot 6Pb(S,Te)$	romb.	1...1,5	6,8...7,2	cșiu. - închis.	met.	urmă n. -cșiu. (br.); hidrotermal	California, Colorado, Canada, R.S.R.; (r.)
Natrolit	$Na_2[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2H_2O$	romb.	5...5,5	2,2...2,35	alb, cșiu., gb., rș.	st. sidef.	piroelectric	Boemia, Italia, Franța, Scoția.
Nefelin	$Na[AlSiO_4]$	hex.	5,5...6	2,5...2,6	alb, vd., br., rș. n.	gras, st.	în roci eruptive alcaline	Norvegia, U.R.S.S. S.U.A., Germania, Italia, R.S.R.

Nichelină	NiAs	hex.	5,5	7,3...7,7	rş. deschis	met., mat	urmă n. -br.; pe filoane hidrotermale	Germania, Argentina, Canada, R.S.R.
Oligoclaz	v. feldspaţi							
Olivină (Peridot)	$(Mg,Fe)_2[SiO_4]$	romb.	6,5...7	3,27...4,2	vd., gb., br. rş.	st., gras	varietate transparentă Crisolit; în roci eruptive bazice, în şisturi cristaline	(c.)
Opal	$SiO_2 \cdot nH_2O$	am.	5,5...6,5	1,9...2,3	variat	st.	decrepită; fotoluminescent	(c.)
Ortoclaz	v. feldspaţi							
Paragonit	v. mică							
Patronit	V_2S_5	am.			n.	—	—	Cerro de Pasco, Peru; (f. r.)
Pechblendă	U_3O_8	cub.	4...6	9...9,7	n.	mat, gras	urmă vd. -închis, br. -n.; în pegmatite şi filoane hidrotermale	Congo, Canada, Cehoslovacia, S.U.A., etc.
Pennin	v. clorite							
Perowskit	$CaTiO_3$	cub. sau romb.	5,5	4	gb., rş.-br.	adam., met.	—	U.R.S.S. (Urali), Elveţia, Italia; (r.)
Petzit	$(Ag,Au)_2Te$	cub.	2,5...3	8,7...9,0	cşiu., n.	met.	—	R.S.R., Australia, Colorado, California; (r.)
Pirargirit	Ag_3SbS_3	hex.	2,5	5,77...5,86	n., cşiu	met.; adam.	fotoelectric.	Munţii Harz, Chile, Nevada; (n.)
Pirită	FeS_2	cub.	6...6,5	4,95...5,10	gb.	met.	urmă n. -vd.; termoelectric	răspîndit, R.S.R.

Denumirea	Compoziția	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăți speciale, geneză	Răspîndirea
Piroluzit	MnO_2	romb.	2...2,5	4,73...4,86	n.	met.	urmă n.; în zona de oxidație a mineralelor de Mn și Fe	U.R.S.S., Chile, India, S.U.A., Japonia, Brazilia, R.S.R.; (c.)
Pirop	v. granați							
Pirotină	FeS	hex.	3,5...4,5	4,58...4,64	gb., br.	met.	urmă n. -cșiu.	Canada, Africa de Sud, Norvegia; R.S.R.; (c.)
Piroxeni:								
Augit	$Ca_{6.5}Na_{0.5}Mg_6$ Fe $(Al, Fe^{3+}, Ti)_2$ $[Al_2Si_{14}O_{48}]$	mcl.	5...6	3,2...3,6	br., n. -vd.	st.	urmă vd. -cșiu.; în roci magmatice bazice mai ales efuzive și tufuri vulcanice.	Boemia, Italia, Finlanda; (a.)
Babingtonit	(Ca, Fe^{2+}, Mn) Fe_2^{3} $[Si_4O_{12}]$	tricl.	5,5...6	3,35...3,37	vd. -n., br. -n.	st.	—	(f. r.)
Bronzit	$(Mg, Fe)_2(Si_2O_6)$	romb.	5,5	3,3...3,5	vd., br.	adam., semi-met.	ca element melanocrat în roci bazice și ultrabazice	Austria, Bavaria; (n.)
Clinoenstatit	$Mg_2[Si_2O_6]$	mcl.	6	3,19	gb.	st.	—	(r.)
Dialag	$Ca_7Fe_1^{2+}Mg_{6.5}$ $Fe_{6.5}^{3+}$ $Al_1[Al_{1.5}$ $Si_{14.5}O_{48}]$	mcl.	5	3,2...3,3	rș., br.	met.	în gabbrouri	Silezia, Alpi, Italia (Apenini)
Diopsid	$CaMg[Si_2O_6]$	mcl.	5...6	3,2...3,38	inc., cșiu. vd.	st.	paramagnetic	U.R.S.S., Italia, Austria, Scandinavia, S.U.A., R.S.R.

Enstatit	$Mg_2[Si_2O_6]$	romb.	5,5	3,1...3,3	inc., cşiu., vd.	st.	—	—
Hedenbergit	$CaFe[Si_2O_6]$	mcl.	5...6	3,5...3,58	n.	st.	în zăcăminte de magnetit	Suedia; (r.)
Hipersten	$(Mg, Fe)[SiO_3]$	romb.	5...6	3,40...3,5	br. -n.	sidef., semimet.	în norite şi gabbrouri	Bavaria, Norvegia, Canada; (n.)
Jadeit	$NaAl[Si_2O_6]$	mcl.	6,5...7	3,3...3,5	vd.	semist., sidef.	—	Burma, Tibet, Noua Zeelandă, Mexic; (f. r.)
Rodonit	$(Mn, Fe, Ca)[SiO_3]$	tricl.	5,5...6,5	3,4...3,68	rş. -carne, roz	st.	fotoluminescent; în şisturi cristaline	U.R.S.S., Australia, Pirinei, Brazilia, Suedia, S.U.A., R.S.R.; (f. r.)
Spodumen	$LiAl[Si_2O_6]$	mcl.	6,5...7	3,13... 3,20	alb, gb., vd., v.	st.	pegmatite	S.U.A., Suedia, Scoţia, Irlanda, Spania
Proclorit	v. clorite							
Pseudobrookit	Fe_2TiO_5	romb.	6	4,4...4,98	br., n.	st.	urmă gb.	Norvegia, Italia, Franţa, Spania, R.S.R.
Psilomelan	MnO_2	am.	5...7	3,3...4,7	n. -fer	slab, semimet.	—	Saxonia, Brazilia, India; (n.)
Realgar	As_4S_4	mcl.	1,5...2	3,4...3,6	rş.	adam.	urmă port.; hidrotermal	Macedonia, Persia, China, S.U.A., Italia., R.S.R.
Riebeckit	v. amfiboli							
Rodocrosit	$MnCO_3$	hex.	3,5...4,5	3,4...3,6	rş. br.	st., sidef.	decrepită, fotoluminescent	Germania, S.U.A., R.S.R.
Rodonit	v. piroxeni							
Rutil	TiO_2	tetr.	6...6,5	4,18... 4,25	rş. -br. -n.	adam., met., gras	urmă br. —gb.	Norvegia, S.U.A., India, Argentina, Canada, Africa, R.S.R.

Denumirea	Compoziția	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăți speciale geneză	Răspîndirea
Sare gemă	$NaCl$	cub.	2	2,1...2,2	inc., colorat	st.	în depozite sedimentare saline	U.R.S.S., Germania Franța, Polonia, R.S.R.; (c.)
Sassolin	$B(OH)_3$	tricl.	1	1,44...1,48	alb	sidef.	produs de sublimare al fumarolelor, depuneri din izvoare fierbinți	U.R.S.S., California, Italia, (Toscana) (f. r.)
Scheelit	$Ca[WO_4]$	tetr.	4,5...5	5,9...6,1	gb. -alb	gras, adam.	fotoluminescent; pneumatolitic, pegmatitic, hidrotermal	Argentina, Portugalia Australia S.U.A., India, Tasmania, Germania, Anglia; (r.)
Siderit	$FeCO_3$	rmbdr.	3,5...4	3,83...3,88	alb-gb. cșiu.	st., sidef.	decrepită; fotoluminescent; pegmatitic, pneumatolitic hidrotermal și sedimentar	Germania, Anglia, R.S.R.; (c.)
Siderogel (limonit amorf)	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$	am.	—	—	—	—	gel amorf de hidroxid de fier	(r.)
Silimanit	$Al[AlSiO_5]$	romb.	6...7	3,23...3,24	cșiu. -gb. vd. -cșiu., br.	st., gras.	accesoriu în șisturi cristaline și roci de contact	S.U.A., R.S.R.; (c.)
Silvanit	$(Au,Ag)Te_4$	mcl.	1,5...2	7,9...8,3	cșiu., alb, gb.	met.	—	S.U.A., Mexic, R.S.R.; (f.r.)
Silvină	KCl	cub.	2	1,97...1,99	inc., albst. gb.	st.	sedimentar, în depozite de săruri de K	U.R.S.S., Germania, Franța, S.U.A., Polonia, R.S.R.; (c.)

Smaltină	$CoAs_2$	cub.	5,5...6	5,7...6,8	alb-cșiu	met.	urmă cșie-n.; termoelectric	Suedia Norvegia; (r.)
Smithsonit	$ZnCO_3$	rmbdr.	5,5	4,3...4,5	inc., gb., br., cșiu. vd.	sidef., st.	fotoluminescent; în zona de alterare a blendei	U.R.S.S. (Siberia), Grecia, Anglia, S.U.A.; (n.)
Sodă (Natrit)	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	mcl.	1...1,15	1,4	alb, cșiu gb.	st.	în lacuri sodice, eflorescențe pe sol.	Egipt, Persia, S.U.A.; (n.)
Sodalit	$Na_8[Cl_2(AlSiO_4)_6]$	cub.	5...6	2,2...2,5	inc., cșiu albst.	st. gras	în roci eruptive alcaline	U.R.S.S., S.U.A., Canada, R.S.R.
Soddyt	$U_2[O_4SiO_4] \cdot 2H_2O$	romb.	3...4	4,627	gb.	—	—	Congo Brazavile (f.r.)
Sperylit	$PtAs_2$	cub.	6...7	10,6	alb	met.	urmă n.; decrepită; structura piritei	Canada (Subdury, Buhsveld) Africa de Sud; (r.)
Spessartin	v. granați							
Sphalerit	ZnS	cub.	3,5...4	3,9...4,1	variat	rășin. adam.	triboluminescent, piroelectric	Boemia, Munții Harz, Japonia, Mexic; (c.)
Spinel	$MgAl_2O_4$	cub.	8	3,5...4,1	inc. și colorat	st.	mineral de contact în calcare, dalomite și aluviuni cu pietre prețioase	Ceylon, Siam, India S.U.A.; (n.)
Spodumen	v. piroxeni							
Stannin	Cu_2FeSnS_4	tetr.	3,5	4,3...4,52	cșiu., n.	met.	urmă n.; decrepită; în filoane hidrotermale.	Bolivia; (r.)
Staurolit	$Al_4[Fe^{2+}O_2(OH)_2(SiO_4)_2]$	romb.	7...7,5	5,65...3,77	rș., br. n.	st., mat., gras	—	U.R.S.S., Elveția, S.U.A.; (r.)
Stibină	Sb_2S_3	romb.	2	4,52...4,62	cșiu.	met.	urmă cșiu. închis; fotoelectric; în filoane hidrotermale, metasomatic în calcare	China, Bolivia, Peru, Chile, S.U.A. R.S. Cehoslovacă, Franța, R.S.R.; (n.)

Denumirea	Compoziția	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciu	Proprietăți speciale, geneză	Răspîndirea
Stolzit	$PbWO_4$	tetr.	3	7,07... 8,23	vd., cșiu br.	rășin.	—	Boemia, Brazilia; (r.)
Stronțianit	$SrCO_3$	romb.	3,5	3,6...3,71	inc. cșiu. gb., vd.	st. gras	termoelectric; pe filoane metalifere, pe crăpături alpine	Germania, S.U.A.; (c.)
Sulf	S	α-romb. sub 95°; β-mcl. peste 95°	1,5...2,5	2,05... 2,09	gb.	rășin. gras	urmă albă; vulcanic și sedimentar	Italia, Japonia, R.S.R.; (a.)
Talc	$Mg_3[(OH)_2Si_4O_{10}]$	romb. sau mcl.	1...1,5	2,6...2,8	alb, vd., cșiu.	sidef.	exfoliază	Suedia, Canada, Uruguay, S.U.A., Siria, Spania, Italia, Franța, U.R.S.S., R.S.R.; (a.)
Tantalit	$(Fe,Mn)\ (Ta,Nb)_2O_6$	romb.	6	5,3...7,8	n., n. br.	met.	urmă n. -br.; în pegmatite granitice	Suedia, Norvegia, Finlanda; (r.)
Telur	Te	hex.	2...2,5	6,1...6,3	alb	met.	—	Australia, Colorado Mexic, R.S.R.; (f.r.)
Tenorit	CuO	tricl.	3...4	6,45	n.	met.	—	Vezuviu, Etna, Europa, Michigan; (n.)
Tetraedrit	$Cu_3SbS_{3\ldots4}$(?)	cub.	3...4	4,4...5,1	cșiu n.	met.	urmă n., după frecare br. rș.	Germania, R.S. Cehoslovacia, Peru R.S.R.; (f. r.)
Thortveitit	$Sc_2[Si_2O_7]$	mcl.	6...7	3,57	cșiu. vd., n.	adam. rășin.	—	Norvegia, Madagascar (f. r.)

Titanit	$CaTi[O(SiO_4)]$	mcl.	5...5,5	3,4...3,6	gb., vd. br.	adam., rășin.	piroelectric	Elveția, Austria (Tirol), S.U.A.,
Topaz	$Al_2[F_2(SiO_4)]$	romb.	8	3,4...3,6	inc., colorat	st.	piroelectric	U.R.S.S. (Ural), Brazilia, S.U.A., Asia Mică, Australia.
Torianit	$(Th, U)O_2$	cub.	6,5	8,0...9,7	n.	—	—	Ceylon, Madagascar; (f. r.)
Torit	$Th(SiO_4)$	tetr.	4,5...5	4,5...5	n.	st.	—	Norvegia, Suedia; (r.)
Tremolit	v. amfiboli							
Tridimit	v. cuarț							
Trona	$Na_2CO_3 \cdot$ $\cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$	mcl.	2,5...3	2,11... 2,14	cșiu., gb.-alb	st.	fotoluminescent	Africa de Nord, Venezuela, California; (c.)
Turcoază	$CuAl_6[(OH)_2PO_4]_4 \cdot$ $\cdot 4H_2O$	tricl.	5...6	2,6...2,83	albst., albst.-vd.	rășin.	decrepită	U.R.S.S. (Siberia), Virginia, Nevada; (r.)
Turmalină	I. $NaAl_8LiB_3[(O,OH,F)(SiO_4)_6](OH)_{0..2}$ II. $NaAl_5Mg_4B_3[(O,OH,F)SiO_4]_6(OH)_{0..2}$ III. $NaAl_9B_3[(O,OH,F)SiO_4]_6(OH)_{1..2}$	trig.	7...7,5	2,9...3,2	alb→n	st. rășin.	piroelectric; piezoelectric; pneumatolitic, legat de pegmetite granitice	U.R.S.S., (Ural) S.U.A., Australia, Madagascar, Ceylon Brazilia, R.S.R.; (c)
Ulmanit	NiSbS	cub.	5...5,5	6,2...6,7	cșiu. oțel alb argint.	—	—	Austria, Germania, Sardinia, Anglia, Franța; (r.)
Urarovit	v. granați							

Denumirea	Compoziția	Sistemul cristalin	Duritatea	Densitatea	Culoarea	Luciul	Proprietăți speciale geneză	Răspîndirea
Valentinit	Sb_2O_3	romb.	2,5...3	5,76	alb	adam.; sidef.		R.S. Cehoslovacia, Saxonia, Algeria; (f. r.)
Vanadinit	$Pb_5[Cl(VO_4)_3]$	hex.	2,5...3	6,6...7,1	rş., br.-gb.	gras	decrepită	U.R.S.S. (Urali), Austria, Spania, Mexic; (n.)
Vesuvian	$Ca_{10}(Mg,Fe)_2Al_4[(OH)_4(SiO_4)_5(Si_2O_7)_2]$	tetr.	6,5	3,35...4,45	vd., gb. br.	st., gras	piroelectric	California, Tirol, Boemia, Canada, R.S.R.; (c.)
Willemit	$Zn_2[SiO_4]$	rmbdr.	5...5,5	3,89...4,18	inc., gb.-vd.	st., gras	fotoluminescent; vd., gb.; în zăcăminte de hemimorfit	S.U.A., Germania
Witerit	$BaCO_3$	romb.	3...3,75	4,27...4,35	alb., gb., cşiu.	st., răşin.	piroelectric	Anglia, Japonia, S.U.A.; (c.)
Wollastonit	$Ca_3[Si_3O_9]$	tricl.	4,5...5	2,8...2,9	alb, cşiu. gb., rş., br.	st., sidef.	mineral de contact	Italia, Filanda, California, R.S.R.; (c.)
Wolframit	$(Fe,Mg)[WO_4]$	mcl.	5...5,5	7,0...7,5	br., n.	met., gras	decrepită; pegmatitic şi pneumatolitic	China, Burma, S.U.A., Malaezia, Bolivia, Australia, Spania, Africa de S–V, R.S.R.; (n.)
Wulfenit	$Pb[MoO_4]$	tetr.	2,75...3	6,7...7,0	gb., cşiu. vd., br., rş.	adam., răşină.	decrepită; diamagnetic; în zona de oxidație a zăcămintelor de galenă	Spania, Germania, S.U.A., R.S.R.

Wurtzit	ZnS	hex.	3,5...4	3,98	br., n.	st.	urmă br. -deschis	R.S. Cehoslovacia' Germania, Bolivia; (r.)
Xenotim	$Y[PO_4]$	tetr.	4...5	4,5...4,6	gb.	gras	în granite și pegmatite	S.U.A., Norvegia, Australia, Suedia, Brazilia
Zincit	ZnO	hex.	4...4,5	—	rș.	adam.	urmă gb.-rș.	S.U.A. (Franklin), Australia; (r.)
Zinnwaldit v. mică								
Zircon	$Zr[SiO_4]$	tetr.	7,5	4,68...4,7	br., rș. -br., gb. gb. -cșiu	adam., gras	diamagnetic	Madagascar, Ceylon, S.U.A. (n.)
Zoizit	$Ca_2Al_3[(OH)(SiO_4)_3]$	romb.	6...6,5	3,25... 3,37	inc., gb.	st., măts.	—	Norvegia, Italia, S.U.A. (n.)
Zunyit	$Al_{12}[AlO_4(OH,F)_{18}ClSi_5O_{16}]$	cub.	7	2,875	inc., alb.	st.	—	Africa de Sud, Colorado, Guatemala; (f. r.)

7.5.2. Minereuri, materii prime minerale

Elementul	Mineralul	Conţinutul teoretic maxim	Observaţii, conţinut util, răspîndire
Ag	Argentit	87,1% Ag	zăcăminte de sulfuri de Pb şi Zn (75% din producţie); galena conţine 0,01... ... 1% Ag
	Argint metalic		
	Prustit, pirargirit	pînă la 65% Ag	
Al	Hidrargilit	65,4% Al_2O_3	bauxită 50...70% Al_2O_3 (România: Bihor)
	Diaspor	85,0% Al_2O_3	
	Alunit	35% Al_2O_3	
	Leucit	23,4% Al_2O_3	
	Caolinit	39,6% Al_2O_3	argilă
As	Mispickel	46% As	produs secundar la exploatarea minereurilor de Au, Pb, pirite (U.R.S.S.)
	Lölingit	72,8% As	
	Smaltină	circa 60% As	
Au	Aur în pirită şi marcasit		conglomerate din Africa de Sud 11... 12 g/t
	Aur nativ		
	Telurnri de aur		
B	Kernit	51% B_2O_3	zăcăminte sedimentare
	Borax	36,7% B_2O_3	
	Colemanit	49,7% B_2O_3	
	Borocalcit	22...26% B_2O_3	
	Pandermit	49% B_2O_3	
	Sasolin	56,5% B_2O_3	emanaţii de acid boric cu vapori de apă (Italia)
Ba	Barită	67,5% BaO	filoane de barită
	Witerit	77,7% BaO	filoane de witerit (Anglia)
Be	Beril	5% Be	filoane pegmatitice
Bi	Galenă		obţinut la rafinarea plumbului
	Bismutină	81% Bi	filoane bismutice (U.R.S.S., România: Băiţa-Bihor, Ciclova-Severin)
	Bismut metalic		
Cd	Unele minereuri de Zn	0,1...0,5 Cd	produs secundar la fabricarea zincului (U.R.S.S., Canada, R.P. Polonă)
Ce	Monazită	pînă la 60% Ce	deşeu la obţinerea toriului
	Cerit		
Co	Cobaltină	35,4% Co	în sulfuri de Cu—Fe (Congo-Brazaville, România: Bădeni-Slobozia)
	Smaltină	28,0% CO	
	Asbolan	—	—
Cr	Cromit	46,7% Cr	separări magmatice în peridotite etc.

7.5.2 (continuare)

Elementul	Mineralul	Conținutul teoretic maxim	Observații, conținut util, răspîndire
Cs	Carnalit Polucit	0,0002% Cs —	în carnalit —
Cu	Calcosină Calcopirită (în parte în pirite) Enargit Bornit	79,8% Cu 34,5% Cu 48,3% Cu 55...69% Cu	mai ales hidrotermal 2...10%; uneori sedimentar circa 2% (România: Altîn-Tepe, Bălan-Ciuc, Baia Mare)
F	Fluorit Criolit	— —	filoane hidrotermale —
Fe	Limonit Magnetit Hematită Siderită Pirită	63% Fe 72,4% Fe 70% Fe 48% Fe 46% Fe	separații magmatice sedimentare 30...35% Fe; Suedia Kiruna 45...70% Fe; U.R.S.S.: Magnitogorsk 60...70% Fe; Krivoirog; România: Poiana Ruscăi, Ghelar, Teliuc)
Hg	Cinabru Metacinabarit Tetraedrite mercurifere Mercur metalic	86,2% Hg pînă la 17% Hg	Spania, U.R.S.S. filoane, impregnări și deplasări 0,2..0,8% (România: Izvorul Ampoiului)
K	Carnalit Silvină	16,9 K_2O 63,0% K_2O	carnalit în medie 10...12% K_2O; silvinit (NaCl+KCl) 12...24% K_2O
Li	Spodumen Abligonit Mică lition	3,5% Li_2O 8...9% Li_2O	în pegmatite depuneri pneumatolitice
Mg	Carnalit Kieserit Magnezit	8,7% Mg 17,6% Mg 29,0% Mg	la prelucrarea sărurilor de K; cantități mari din ape de mare (U.R.S.S., Germania, România)
Mn	Piroluzit Psilomelan Braunit Hausmanit	63% Mn pînă la 70% Mn 10...12% Mn	minereuri-olitice (U.R.S.S.: Ciaturi 50...60% Mn: România: Vașcău-Moneasa Cîrlibaba—Iacobeni)
Mo	Molibdenit Wulfenit	60% Mo 26% Mo	filoane pneumatolitice și pegmatite (România: Băița-Bihor)
Na	Sare	39,3% Na	zăcăminte din formațiuni sedimentare sare de mare, sare din lacuri sărate

Elementul	Mineralul	Conținutul teoretic maxim	Observații, conținut util, răspîndire
Ni	Pentlandit	15...45% Ni	magnetite nichelifere 5% (Noua Caledonie)
	Garnierite (hidrosilicați)	pînă la 25% Ni	Zăcăminte Ni-Co (România: Munții Drocei)
	Nichelină	44% Ni	
	Cloantit	circa 40% Ni	
	Gersdorfit	35% Ni	
P	Apatit	pînă la 42% P_2O_5	fosforite cu circa 70% fosfat tricalcic; minereuri de fier fosforifere; apatit pegmatitic
Pb	Galenă	86,8% Pb	hidrotermal (R.S.R.; Baia-Mare, Baia-Sprie)
	Ceruzit	77,5% Pb	
	Anglesit	68,3% Pb	
Pt	Sperilit	56,6% Pt	magnetite nichelifere (Uniunea Sud Africană; Sudbury 0,21/g/t; U.R.S.S.: Munții Ural)
	Platină met.		
Ra	Pechblendă		mai ales în filoane (Congo: Katanga 0,01 ... 0,02 g/t; Canada 0,07 ... 0,13 g/t Ra; U.R.S.S.
Rb	Carnalit	0,02% Rb	în carnalite
S	Sulf nativ		mai ales sedimentar (România: Baia Mare)
	Pirită și alte sulfuri	53,4% S	
	Cărbune		
	Gips și alți sulfați		
Sb	Stibină	71,4% Sb	de obicei însoțind pirita (U.R.S.S., China Algeria, Franța, România; Herja, Baia-Sprie)
	Minereuri de plumb antimonioase	cîteva procente	
	Jamsonit	50,8% Sb	
Sn	Casiterit	78,6% Sn	(Peninsula Malaia, China, Bolivia)
	Staniu (Cu_2FeSnS_4)	24...31% Sn	
Sr	Celestină	56,4% SrO	în filoane
	Stronțianit	70% SrO	
Th	Monazit	8...10% ThO_2	nisipuri de monazit (Brazilia) pînă la 6% monazit (Travancore și India 10% ThO_2)
	Torit	pînă la 81,5% ThO_2	
	Torianit		
Ti	Ilmenit	31,6% Ti	spălături monazitice pînă la 31% Ti (India); minereuri de Ti și Fe (Norvegia, S.U.A.); rutil (Africa)
	Rutil	61,6% Ti	

7.5.2 (continuare)

Elementul	Mineralul	Conținutul teoretic maxim	Observații, conținut util, răspîndire
U	Pechblendă	88% U	mai ales în filoane (în minereul brut din Congo: Katanga 3% U)
V	Patronit		în asfalt (Peru, Rhodesia — Brokenhil 1% V) pînă la 0,1% în zguri fosforoase de la prelucrarea limonitelor, în unele cremene (Colorado); 1,8% carnotit
	Calamină (carbonat de Zn, Pb, Ca)		
	Descloizit, vanadit		
	Limonit		
	Carnotit	5% V_2O_5	
W	Wolframit	75% WO_3	filoane de wolframit cu pînă la 0,5% WO_2 (China, Birmania)
	Sheelit	80% WO_3	
Zn	Blendă		formațiuni hidrotermale conținînd totdeauna sulfuri de Fe (pînă la 20% Fe) (România: Herja, Baia-Mare, Baia-Sprie)
	Wurtzit	67% Zn	
	Franklinit	12...15% Zn	
	Zincit	80% Zn	
Zr	Baddeleyit	—	(India, Brazilia: Favas 69...97% ZrO_2)
	Zircon	67,3% ZrO_2	în nisipuri monazitice (România: Ditrău)

BIBLIOGRAFIE GENERALĂ

Cititorul interesat în unele date de detaliu poate consulta lucrările indicate în continuare, lucrări care au servit în general la alcătuirea tabelelor din Manualul Inginerului Chimist.

Pentru unele capitole este indicată bibliografia specială.

Culegeri generale de constante și date fizice și chimice

1. *Landol-Börnstein*, Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie und Technik, ed. 6, Berlin, Springer Verlag:
   vol. I Atom — und Molekularphysik, 1950—1955
   vol. II Eigenschaften der Materie in ihren Aggregatzuständen, 1952—1968.
   vol. III Astronomie und Geophysik, 1952
   vol. IV Technik, 1955—1967.
2. *Landolt-Börnstein*, Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwisenschaften und Technik ed. K. Hellwege, Berlin, Springer Verlag:
   I. Kernphysik und Kerntechnik (4 vol.), 1961—1969
   II. Atom und Molekularphysik (5 vol.) 1965—1967
   III. Kristall und Festkörperphysik (1 vol. 1966— 4 vol. prevăzute).
3. I.C.T. — International Critical Tables of Numerical data, Physics, Chemistry and Technology, U.S. Nat. Acad. of Science, New York, McGraw Hill Book Co.:
   vol. I (1926), vol. II (1927), vol. III (1928), vol. IV (1928),
   vol. V (1929), vol. VI (1929), vol. VII (1930), index (1933).
4. Tables de Constantes Selectionnées, Paris, Pergamon Press:
   vol. 1 Longueurs d'onde d'emissions X et des discontinuités d'absorption X, 1947.
   vol. 2 Physique nucleaire, 1948.
   vol. 3 Pouvoir rotatorie magnetique (Effet Faraday), 1951.
   vol. 4 Données spectroscopiqué concernant les molecules diatomiques, 1951.
   vol. 5 Atlas des longueurs d'onde caracteristiques de bandes d'emission et d'absorption des molecules diatomiques, 1952.
   vol. 6 Pouvoir rotatoire naturel. Steroides, 1956.
   vol. 7 Diamagnetisme et paramagnetisme, 1957.
   vol. 8 Potentiels d'oxydo-reduction, 1958.
   vol. 9 Pouvoir rotatoire naturel II, Triterpinoides, 1958.
   vol. 10 Pouvoir rotatoire naturel III, Amino-acides, 1959.
   vol. 11 Pouvoir rotatoire naturel IV, Alcaloides, 1959.
   vol. 12 Semiconducteurs,1961.
   vol. 13 Rendements radiolytiques, 1963.
   vol. 14 Pouvoir rotatoire naturel I-a, Steroides, 1965.
   vol. 15 Données relatives aux sesquiterpenoides, 1966.

Culegeri de date şi constante chimice

1. Beilstein's Handbuch der Organischen Chemie, ed. Beilstein Institut für literatur der Organischen Chemie, Frankfurt am Main — Berlin, Springer Verlag.
2. Gmelin's Handbuch der anorganischen chemie, ed. Gmelin Institut für anorganische chemie, Gesellschaft Deutscher Chemiker, Weinheim, Verlag Chemie Gmbh.

Culegeri restrînse de date şi constante fizice, chimice şi tehnice

1. *Gray, D.* American Institute of Physics Handbook, New York, McGraw Hill, 1960.
2. *Kaye, G. Laby, T.*, Tables of Physical and Chemical Constants and some Mathematical Functions, London, Longmans, Green and Co., 1959.
3. *Lange, N.* Handbook of chemistry, New York, McGraw Hill, 1958.
4. *Lax, E. Synowietz C.*, Taschenbuch fur chemiker und Physiker D'Ans-Lax, Berlin, Springer Verlag 1964.
5. *Nikolski*, Handbuch des chemikers (vol. I—III) Berlin, VEB Verlag Technik, 1955.
6. *Perry, J.* Chemical Engineers Handbook, Tokyo, McGraw Hill—Kogakusha, 1963.
7. *Weast, R.*, Handbook of Chemistry and Physics, Cleveland, The chemical Rubber Co., 1967.

Culegeri generale de tabele matematice

1. *Boll, M.* Tables numeriques Universelles, Paris, Dunod, 1964.
2. *Dwight, H.* Tables of integrals and Other Mathematical Data, New York, Mac Millan, 1957.
3. *Erdelyi, A., Magnus, W., Oberhettinger, F., Tricomi, F.* Tables of Integral Transforms (vol. I—II), New York, McGraw-Hill, 1954.
4. *Erdelyi, A., Magnus, W., Oberhettinger, F., Tricomi, F.* Higher Transcendental Functions (vol. I—III) New York, McGraw Hill, 1953.
5. *Grobner, W., Hofreiter, N.* Integraltafel, Berlin, Springer, 1957.
6. *Jahnke, F. Emde, Losch, F.* Tables of Higher Functions, New York, McGraw Hill, 1960.
7. *Kotani, M.*, Tables of Molecular Integrals, Tokyo, Maruzen Co. Ltd., 1955.
8. *Magnus, W., Oberhettinger, F.* Formulas and Theorems for the special Functions of Mathematical Physics, Chelsea, 1949.
9. Manualul inginerului, vol. I, Bucureşti, Editura Tehnică, 1965.
10. *Milne-Thomson, L.* Iacobian Elliptic Function Tables, Dover, 1950.
11. *Thorne, C., Barker, R., Eyring, H.* Tables of Quantum Mechanical Integrals, Studies in Appl. Math. Univ. Utah, Nos 10,14,16.

Culegeri de date în chimia analitică

1. *Albert, F.* s.a. Tabele chimice în practica analitică, Bucureşti, Editura Tehnică, 1965.
2. *Banayai, E.* s.a. Tabele de calcul în chimia analitică, Bucureşti, Editura Tehnică, 1961.
3. I.U.P.A.C. Tables of spectrophotometric Absorption Data of Compounds and for the colorimetric determination of Elements, London, Butterworths, 1963.
4. *Kempf, R., Kutter, F.* Schmelz punkktabellen fur Organischer Molecularanalyse. Braunnschweig, Vieweg, 1928.
5. *Meites, L.*, Handbook of Analytical chemistry, New York, McGraw Hill, 1963.
6. *Utermark, W., Schicke*, Melting Point Tables of Organic compounds, New York, Interscience, Publ. Co. 1963.

Culegeri de date biochimice

1. *Altman, P., Dittmer, D.* Biology Data Book Federation of American Societies of Experimental Biology, Washington 1965.
2. *Long, C.* Biochemists Handbook, Princeton, D. Van Nostrand Co. Inc., 1958.
3. *Sober, H.* Handbook of Biochemistry-Selected Data for molecular Biology, Cleveland, The chemical Rubben Co., 1964.

BIBLIOGRAFIE LA TABELUL 2.21.

1. *De Angelis, Giovanni.* Metodi di sperimentazione per l'industria chimica. Ed. Lo Scaffale, 1962.
2. *Mickley, H., Sherwood, T., Reid, C.* Applied Mathematics în Chemical Engineering, ed. 2-a. New York, McGraw-Hill, Book Comp. 1957.
3. *Nalimov, V. V.* The application of mathematical statistics to chemical analysis. New York, Pergamon Press, Inc., 1963.
4. *Owen, Davies.* The design and analysis of industrial experiments. Ed. Oliver and Boyd, 1956.
5. *Wilson, B.* An introduction to scientific research. New York, McGraw Hill, Book Comp., 1952.
6. *Wolk, W.* Industrial Statistics Chemical Engineering, 3, 1956. p. 165,

BIBLIOGRAFIE LA TABELUL 3.31.

1. *Brownlee, K.* Industrial Experimentation, New York, Chem. Publ. Co., 1953.
2. *Catchpole, J., Fulford, G.* Ing. Eng. Chem. 58, 3, 1966, p. 46.
3. *Fulford, G., Catchpole, J.* Ind. Eng. Chem. 60, 3, 1968, p. 71.
4. *Garmon, J., Movrow, W., Anhorn, V.* Chem. Eng. Progr., 61, 6, 1965, p. 56.
5. *Holland, F.* Brit. Chem. Eng. 9, 6, 1964, p. 384.
6. *Johnstone, R., Thring, M.* Pilot Plants, Models, and Scale-up Methods in Chemical Engineering. New York, McGraw Hill, Book Co., 1957.
7. *Pankurst, R. C.* Dimensional Analysis and Scale Factors, London, Chapman and Hall, 1964
8. *Peters, M., Timmerhaus, K.* Plant Design and Economics for Chemical Engineers New York, McGraw Hill, Book Co., 1968.

Manualul inginerului chimist, vol. I

ERATĂ

Pagina	Rîndul	În loc de:	Se va citi:
147	Tabelul 2.21.4 se va citi:		

4,0	....	....	3,6	,0318	3 142
4,1	·	·	3,7	,0216	4 637
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
7	,00023	$4{,}27 \times 10^5$			
8	$6{,}8 \times 10^{-6}$	$1{,}47 \times 10^7$			
9	$1{,}3 \times 10^{-7}$	$7{,}30 \times 10^8$			
10	$1{,}5 \times 10^{-9}$	$6{,}5 \times 10^{10}$			

290	Tabelul 3.31.1 col. 4	$= (N_{Re} - N_{Fr1})^2/(H_0)^3$	$= (N_{Re} \cdot N_{Fr1})^2/(H_0)^3$
362	19 j	$\pi^- + p \rightarrow \Sigma + \pi^+$	$\pi^- + p \rightarrow \Sigma^- + \pi^+$
367	Tabelul 4.31	Cifrele din coloana 15 de la Barioni se vor citi la Kaon pozitiv (Mesoni)	
657	Tabelul 6.10.1 ultima coloană la $z = 64$	β^- 0,546...	β^- 0,416...
722	3 j	$-\sum_{\rho}\left(\frac{b\rho}{r}\right) e \ldots$	$-\sum_{\rho}\left(\frac{b\rho}{r}\right) e^{\frac{i2\pi r}{\lambda}} e^{i\rho 2\pi\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}\right)}$
961	col. 11, 7s	HCl, KCl	HCl, KCN
1133	col. 11, 15s	$_2C_4H_4O_6$	$K_2C_4H_2O_6$
1170	col. 2, 3j	Fe^{2+} Fe^{3+}	Fe_3^{2+} Fe_4^{3+}